

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ЖИЛОМ
МИКРОРАЙОНЕ СЕВЕРНЫЙ-2 БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА**

Выпускная квалификационная работа студента

очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

4 курса группы 07001208

Игнатьева Никиты Сергеевича

Научный руководитель
К.т.н., ст. преподаватель кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ»
Олейник И.И.

Рецензент
Главный конструктор ООО «НПП
«ЭИТ» БелГУ»
Жуков С.А.

БЕЛГОРОД 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА «СЕВЕРНЫЙ-2» БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	6
1.1 Общие положения	6
1.2 Экспликация объекта	7
1.3 Анализ состояния существующей сети связи	10
2. ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	11
2.1 Описание выбранной технологии	11
2.2 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Северный-2» Белгородской области	12
2.3 Разработка стратегий проектирования сети связи микрорайона «Северный-2» Белгородской области	13
2.4 Выбор технологии для реализации МСС	15
2.4.1 Технология PON.....	16
3. РАСЧЕТ ТРАФИКА, ГЕНЕРИРУЕМОГО АБОНЕНТАМИ.....	20
3.1 Распределение абонентов по категориям	20
3.2 Оценка требуемой полосы пропускания канала	21
3.3 Расчет межстанционных интенсивностей нагрузок	22
3.4 Расчет трафика, генерируемого абонентами сети	25
3.5 Расчет трафика для предоставления доступа к сети Интернет	29
3.6 Расчет трафика телефонии	30
3.7 Расчет трафика видеопотоков	32
3.8 Определение телетрафика мультисервисной сети связи	36

					<i>11070006.11.03.02.106.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разработал		Игнатъев Н.С.			Проектирование мультисервисной сети связи в жилом микрорайоне «Северный-2» Белгородского района	Лит.	Лист	Листов
Проверил		Олейник И.И.					2	85
Рецензент		Жуков С.А.				НИУ «БелГУ» Гр. 07001208		
Н. Контр.		Олейник И.И.						
Утвердил		Жуляков Е.Г.						

4. ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ.....	37
4.1 Выбор кабеля для ВОЛС	37
4.2 Выбор медного кабеля	39
5. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	41
5.1 Оборудование ядра сети (OLT)	41
5.2 Терминальное абонентское оборудование (ONT)	43
5.3 АТС.....	46
5.4 Оборудование IPTV	48
5.5 Серверное оборудование	50
5.6 VoIP шлюз	51
6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ.....	52
6.1 Организация связи	52
6.2 Рекомендации по установке оборудования	53
6.3 Рекомендации по прокладке линий связи.....	53
7. РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯ.....	55
8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТА	56
8.1 Расчет капиталовложений	56
8.2 Калькуляция эксплуатационных расходов	58
8.3 Калькуляция доходов	62
8.4 Определение оценочных показателей проекта	65
8.5 Основные технико-экономические показатели проекта	71
9. ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА	73
9.1 Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятии.....	73
9.2 Требования к рабочему месту	77
9.3 Пожарная безопасность	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗУМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	84

ВВЕДЕНИЕ

Белгород - перспективный и развивающийся город в Черноземье. Постоянный рост численности населения города послужил причиной строительства новых микрорайонов и жилых массивов, как в городской, так и в пригородной черте. Одним из активно застраиваемых пригородных районов является ПГТ Северный, расположенный в 12 км к северу от центра города.

На сегодня развитая телекоммуникационная инфраструктура является одним из важнейших аспектов комфортного проживания людей на территории того или иного микрорайона. Развитая телекоммуникационная структура способна обеспечить жителей широким спектром мультисервисных услуг. При этом она должна отвечать высоким требованиям надежности и скорости работы узлов сети связи.

Не смотря на то, что п. Северный активно застраивается, некоторые из его микрорайонов еще не имеют развитой телекоммуникационной инфраструктуры. К таким микрорайонам можно отнести строящийся микрорайон Северный-2. Сегодня доступ к сети Интернет в этом районе осуществляется с помощью беспроводных технологий доступа, предлагаемых современными сотовыми операторами. Подобное решение не может в полной мере обеспечить предоставление мультисервисных услуг с заданным качеством. Таким образом, возникает необходимость построения современной и высокоскоростной мультисервисной сети связи в микрорайоне Северный-2. Важным моментом при этом является использование новых и современных технологий, которые имеют возможность дальнейшего расширения и модернизации. Одной из таких технологий является технология PON. Поэтому тема работы «Проектирование мультисервисной сети связи в жилом микрорайоне Северный-2 Белгородского района» является актуальной.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Целью проекта является разработка мультисервисной сети связи в микрорайоне «Северный-2» Белгородского района на основе современных технологий доступа.

Для достижения цели работы необходимо решить следующие задачи:

- Анализ существующей сети связи;
- Выбор варианта реализации новой сети связи микрорайона Северный-2;
- Расчет трафика, генерируемого абонентами сети;
- Выбор оборудования, необходимого для реализации сети связи;
- Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений;
- Разработка рекомендации по строительству сети связи;
- Технико-экономическое обоснование проекта;
- Разработка требований к охране труда, технической безопасности и экологической безопасности проекта.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 9 разделов, посвященных решению поставленных задач и приложений. Содержит всего 85 листа, 7 рисунков, 17 таблиц.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА «СЕВЕРНЫЙ-2» БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА

1.1 Общие положения

Реализация проектируемой мультисервисной сети микрорайона «Северный-2» позволит жителям получать доступ к современным телекоммуникационным услугам связи, таких как: доступ в Интернет, IP-телефония (SIP), IPTV (цифровое интерактивное телевидение), видеонаблюдение и пр.

Необходимость создавать мультисервисные сети связи обусловлена тем, что традиционные на сегодня телефонные сети связи не способны предоставить пользователям полный спектр необходимых телекоммуникационных услуг, которые бы отвечали современным требованиям к скорости приема и передачи информации, а так же заданным уровнем качества.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что создание традиционной телефонной сети связи в новых строящихся микрорайонах (одним из которых и является рассматриваемый мкрн «Северный-2») нецелесообразно. Поскольку мкрн Северный-2 на сегодня не имеет действующей сети связи, которая могла бы предоставить полный комплект современных телекоммуникационных услуг, необходимо создать новую сеть, которая будет отвечать всем современным требованиям пользователей и стандартам качества.

Построение сети на базе технологии xDSL не дает большого процента проникновения услуг, а использование технологий радиодоступа, также сталкивается с проблемой высокой стоимости и низкой окупаемости, при этом сохраняя недостатки сетей на базе традиционной телефонии.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Реализуя мультисервисную сеть, оператор должен иметь возможность повысить свою доходность и конкурентоспособность в заданном регионе.

1.2 Экспликация объекта

Микрорайон «Северный-2» Белгородской области является новым и перспективным пригородным районом. Район создается в рамках концепции загородного поселка, достаточно удален от оживленных автомобильных трасс, что обеспечивает спокойное и комфортное проживание человека за чертой города. На рисунке 1.1 представлена схема микрорайона «Северный-2».



Рисунок 1.1 – Схема микрорайона «Северный-2»

Большая площадь территории строительства позволяет создать максимально удобный для проживания каждого человека район. Имея в своем составе как многоквартирные, так и частные дома, подразумевается наличие

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

плоскостных автопарковок и парковочных мест, благоустроенные дворовые территории, детские и спортивные площадки, остановки общественного транспорта. Так же подразумевается наличие продуктовых и бытовых магазинов, муниципальных учреждений.

В соответствии с задачами дипломного проекта для разработки мультисервисной сети микрорайона «Северный-2» необходимо провести анализ состояния существующей сети связи и инфраструктуры микрорайона. Это необходимо для дальнейшего проектирования сети связи, а также для возможности выбора таких аспектов как:

- Вид предоставляемых услуг;
- Требования к проектируемой МСС;
- Технология построения сети ;

Необходимо так же определить возможность использования существующей технической телекоммуникационной базы микрорайона для предоставления абонентам необходимого спектра услуг при проектировании и реализации сети.

В соответствии с «Генеральным планом городского поселения «поселок Северный» » [1] инфраструктура строящегося микрорайона будет содержать:

- 58 жилой многоквартирный дом с общим количеством квартир - 1353. Сюда входят 15 3-этажных домов емкостью 465 квартир и 24 3-этажных домов емкостью 288 квартиры. 2 дом переменной этажности (3-5 этажей) емкостью 104 квартир, 12 5-этажных домов емкостью 284 квартиры. 5 7-этажных дома емкостью 212 квартир;

- до 980 домов усадебного типа (частных коттеджей);
- 10 торговых точек;
- 1 дом культуры;
- 1 Физкультурно-оздоровительный комплекс;
- 1 детский сад;
- 1 школа;

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 1 поликлиника;
- 1 стадион;

На сегодняшний же день в микрорайоне уже построено 12 многоквартирных домов (емкостью 372 квартир), порядка 400 коттеджей, детский сад и 1 торговый центр.

При проектировании сети связи в рамках данного дипломного проекта будет делаться расчет на будущую (дальнейшую) застройку микрорайона, согласно генеральному плану городского поселения.

Для построения мультисервисной сети был спрогнозирован анализ потребностей абонентов, которые будут проживать в данном микрорайоне. Учитывая тот факт, что не все абоненты, проживающие в микрорайоне, будут подключены к проектируемой сети, и, следовательно, невозможно обеспечить 100% проникновение, для всех последующих расчетов будет использовано значение 2000 абонентов, что составляет около 80% всего населения микрорайона. Полученные результаты представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети

Общее количество возможных абонентов	Вид предоставляемых услуг			
	Телефония	Internet	IP TV	Видеонаблюдение
2000	800	1500	1300	400

Микрорайон «Северный-2» является пригородным районом города Белгород. Поскольку выбранный микрорайон находится на этапе застройки и не имеет развитой инфраструктуры сетей связи, кабельная канализация и расположение местной АТС еще не были спроектированы.

1.3 Анализ состояния существующей сети связи

На сегодня услуги связи на территории выбранного микрорайона предоставляются сотовыми операторами связи. Однако предоставление качественных мультисервисных услуг с помощью технологий 3G и 4G связи для каждого жителя микрорайона не является возможной. В связи с этим возникает необходимость реализации развитой проводной МСС.

Предполагается предоставлять абонентам следующие услуги связи:

- Доступ в Интернет;
- IP-телефония;
- IPTV;
- Видеонаблюдение;
- Интерактивные и игровые сервисы.

Рассматриваемый микрорайон является перспективным для построения рентабельной проводной сети связи. В связи с отсутствием действующей мультисервисной сети существует необходимость спроектировать МСС на базе проводных технологий доступа, отвечающую современным стандартам скорости доступа, функционала и надежности.

Оценивая вышеизложенный материал можно сделать вывод, что разработка и проектирование мультисервисной сети связи в микрорайоне «Северный-2» является актуальной задачей, поскольку подобная МСС позволит предоставлять абонентам широкий спектр услуг по единому каналу связи и на единой технологической основе коммутации пакетов.

Необходимыми условиями для проектирования и дальнейшей реализации сети являются:

- Обеспечение требуемого качества обслуживания абонентов при передаче трафика на уровне QoS.
- Соблюдение стандартов, норм и технических отчетов в сфере телекоммуникаций в РФ.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

2.1 Постановка задачи проектирования

В последнее десятилетие построение МСС с интеграцией различных услуг является наиболее перспективным, и, возможно, основным. Такие сети связи могут объединить в себе различные виды связи на основе единых организационных и технических принципов, что позволяет пользователям принимать, передавать и обрабатывать в цифровом виде различную по характеру и объему информацию.

При создании мультисервисной сети микрорайона «Северный-2» достигаются:

- Сокращение расходов на каналы связи;
- Сокращение расходов на администрирование и поддержание работоспособности сети;
- Возможности проведения единой административно-технической политики в области информационного обмена.

Исходные данные для проектирования:

- Описание и техническое состояние существующей сети связи микрорайона «Северный-2»;
- Общее количество квартир в микрорайоне - 1353;
- Общее количество частных домов в микрорайоне – 980;
- Планируемое количество абонентов – 2000;
- Требования к предоставляемым услугам связи.

Выходные данные:

- Конфигурация мультисервисной сети связи, тип используемой технологии;
- Виды предоставляемых услуг;

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Количество и тип абонентов;
- Объем и стоимость сетевого оборудования, линейно-кабельных сооружений, работ по реализации сети связи.

Таким образом, основной задачей проекта является разработка концепции реализации мультисервисной сети связи, удовлетворяющей всем предъявляемым требованиям к сети.

2.2 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Северный-2» Белгородской области

Проектируемая МСС микрорайона «Северный-2» должна предоставлять абонентам следующие услуги связи:

- Высокоскоростной доступ в Интернет;
- IPTV, включая услугу «видео по запросу» (VoD);
- IP-телефония;
- Видеонаблюдение;
- Интерактивные и игровые сервисы.

Проект мультисервисной сети должен обеспечивать выполнение всех ее функций:

- Обмен всеми видами информации (речевые данные, графические и/или видеоданные);
- Интеграция с существующими телекоммуникационными системами за счет построения элементов сети на основе стандартных технических средств и методов передачи и обработки информации;
- Дальнейшая возможность развития топологии сети (расширение или изменение ее конфигурации);
- Дальнейшая возможность внедрения новых и перспективных информационных и телекоммуникационных технологий.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Первым шагом в проектировании СС является определение и документирование целей проекта. Для этого были разработаны следующие требования:

- **Функциональность и стабильность.** Реализуемая МСС должна, прежде всего, работать и удовлетворять потребности пользователей, должна обеспечивать связь с должной скоростью и надежностью.
- **Гибкость и масштабируемость.** Сеть должна обладать способностью к росту без каких-либо существенных изменений общего ее устройства.
- **Управляемость.** Сеть должна быть спроектирована так, чтобы можно было легко проводить контроль и управление для обеспечения стабильности ее работы.
- **Адаптируемость.** Сеть должна быть разработана так, чтобы в будущем было возможно внедрение технологических новшеств. Из этого следует, что при проектировании сети должны быть учтены технологии будущего, а сама сеть должна исключать в своем составе элементы, которые бы ограничивали ее усовершенствование.

2.3 Разработка стратегии проектирования сети связи микрорайона «Северный-2» Белгородской области

Для эффективности работы сети и удовлетворения потребностей пользователей реализация мультисервисной сети должна являться результатом тщательно спланированной последовательностью действий, включающих:

1. Сбор требований и ожидания пользователей.

К реализуемой МСС микрорайона «Северный-2» требуется, чтобы она оказывала доступ к необходимым абонентам услугам. Это необходимо для удовлетворения информационных потребностей абонентов и создания дополнительного дохода провайдеру услуг связи.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Использование IP-телефонии позволит осуществлять доступ к сети связи общего пользования с использованием уже имеющейся инфраструктуры. Это, в свою очередь, сокращает расходы на подключение абонентов, повышает безопасность телефонных разговоров и позволяет производить мониторинг и контроль учетных записей абонентов.

Предоставление абонентам многоканального цифрового телевидения в рамках имеющейся сети связи так же позволит сократить расходы абонентов на подключение и установку дополнительного оборудования для приема ТВ-программ, а так же создаст дополнительный доход провайдеру. Пользователи получают возможность использования интерактивного телевидения, просмотр каналов в режиме высокой четкости (HQ) и прочие возможности.

Пропускная способность проектируемой МСС предполагает предоставления абонентам услуги видеонаблюдения различных объектов с использованием камер наружного и внутреннего наблюдения.

2. Анализ требований.

В результате анализа требований к проектируемой сети было установлено, что необходимо разработать такую МСС, которая имела бы доступ к сети связи общего пользования и обладать достаточной пропускной способностью для предоставления абонентам требуемых услуг.

3. Проектирование топологии сети.

Построение сети связи микрорайона «Северный-2» будет выполнено с использованием иерархичной структуры, т.е. от ядра сети к абонентским терминалам. Подобное решение позволяет использовать семейство протоколов Ethernet, обладающее достаточной пропускной способностью для обеспечения корректной работы проектируемой сети.

4. Документирование логической и физической реализации сети.

Документирование выполняется для корректной физической реализации сети микрорайона. Данная процедура позволяет изобразить проектируемую

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сеть связи на различных логических уровнях с учетом всех норм и требований, предъявляемых к проектируемым сетям связи.

2.4 Выбор технологии для реализации МСС

При проектировании любой сети связи важно выбрать оптимальный вариант ее реализации. Такая необходимость обусловлена затратами на проектирование и строительство сети, перечнем предоставляемых абонентам услуг и возможностью дальнейшего развития или модернизации сети.

На сегодня актуальными системами доступа, применяемыми операторами в абонентских сетях являются:

- Системы, основанные на технологиях семейства xDSL;
- Комбинируемые системы с использованием волоконно-оптических и коаксиальных кабелей (HFC, Hybrid Fixed/Coax);
- Волоконно-оптические системы доступа;
- Системы радиодоступа (Wi-Fi, WiMAX и пр.).

Для реализации МСС микрорайона «Северный-2» наиболее подходящим вариантом является использование волоконно-оптической системы доступа.

Такой выбор обусловлен несколькими аргументами:

1. Поскольку выбранный микрорайон не имеет действующей сети связи, реализация сети на базе оптического волокна является перспективной и прагматичной, т.к. ВОЛС являются широкополосными, подразумевают внедрение перспективных технологий и способны предоставлять неограниченный набор услуг.
2. Исходя из предыдущего пункта, следует, что микрорайон не имеет действующих телефонных коммуникаций, а значит, реализация СС на базе технологий xDSL не является возможной. Кроме того, технологии xDSL во многом уступают ВОЛС. Например, имеют малый процент проникновения (30%).

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Системы радиодоступа являются менее надежными и не способными обеспечить качество передачи информации в условиях плотной застройки и большой территории микрорайона.

В настоящее время в системах волоконно-оптической связи используются несколько технологий, отличающихся друг от друга технической реализацией и стоимостью. Наиболее применяемые из них – FTTx (Fiber To The X) и PON (Passive Optical Network). Проектируемая МСС будет строиться на базе технологии PON, поскольку она не требует наличия активного оборудования на промежуточных узлах. Выбор именно этих технологий для проектируемой сети обусловлен ее актуальностью, надежностью и возможностью дальнейшего масштабирования сети без существенных затрат.

2.4.1 Технология PON

PON (Passive Optical Network) – технология пассивных оптических сетей. На сегодняшний день является перспективной и быстро развивающейся, позволяет реализовать широкополосную мультисервисную сеть связи на основе оптического волокна. [2]

Суть данной технологии вытекает из ее названия и заключается в том, что между приёмно-передающим модулем центрального узла (OTL, Optical Line Terminal) и абонентскими узлами (ONT, Optical Network Terminal) создается полностью пассивная оптическая сеть. В промежуточных узлах такой сети размещаются так называемые сплиттеры – пассивные разветвители оптической мощности, не требующие питания и обслуживания. Число абонентских узлов ONT в данном случае будет зависеть только от мощности и скорости приемно-передающего узла OTL. Это позволяет реализовать такое решение логической топологии, как «точка-многоточка» (point-to-multipoint). На рисунке 2.1 изображена архитектура сети на базе технологии PON.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

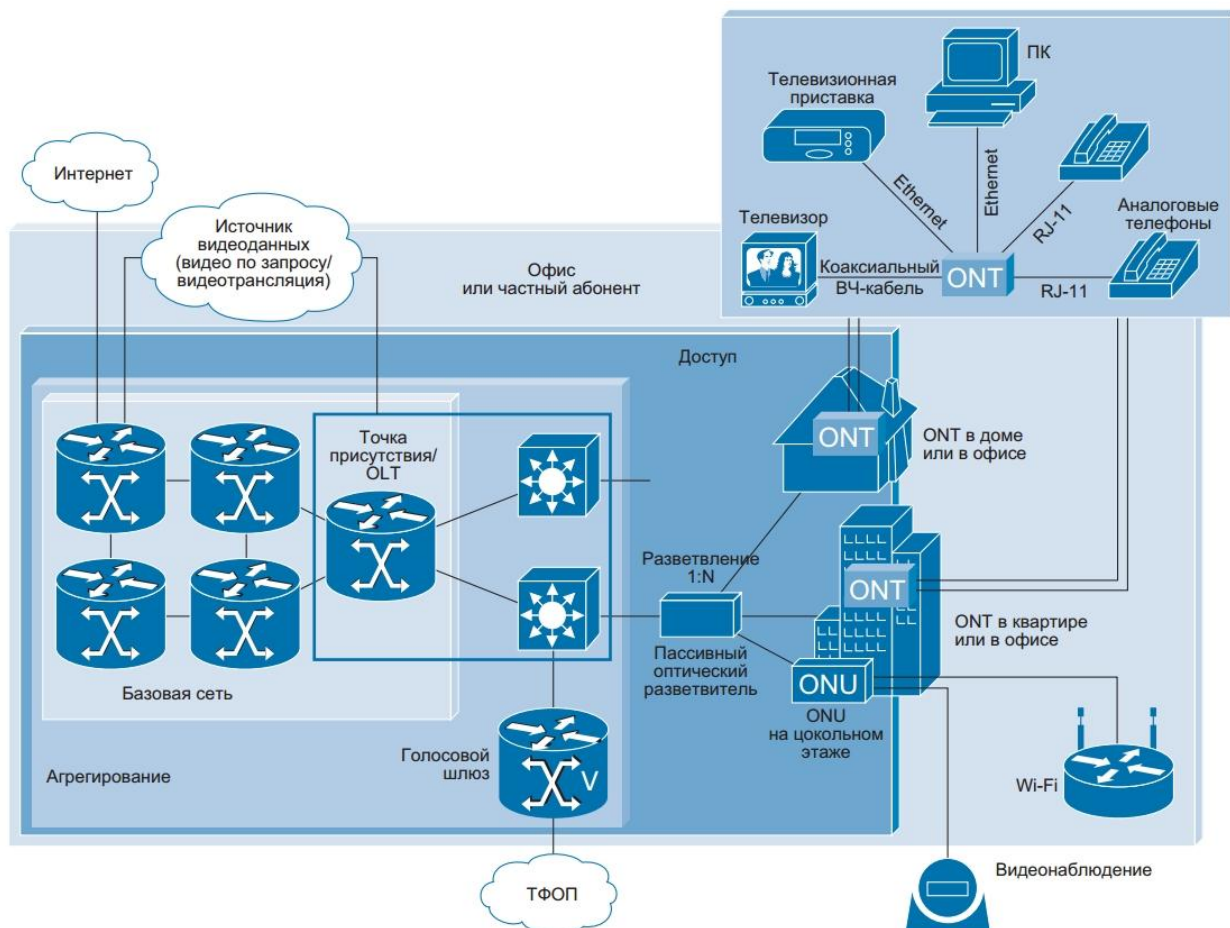


Рисунок 2.1 - Архитектура сети PON

Основная идея архитектуры PON — использование всего одного приемопередающего модуля в OLT для передачи информации множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них.

Архитектура PON сетей подразделяется на несколько технологий с различными стандартами- **GPON** и **GEAPON**. Системы стандарта GPON опираются на рекомендации Международного Союза Электросвязи (ITU-T) серии G.984, а системы стандарта GEAPON строятся на стандартах IEEE 802.3ah. Оборудование GPON и GEAPON имеет важные с точки зрения оператора технические отличия, несмотря на то, что обладает одним и тем же набором интерфейсов и функций. В то же время некоторые производители выпускают оборудование, отвечающее обоим стандартам. Для использования того или иного стандарта в основном требуется лишь замена ПО. Делается это по

причинам распространения той или иной технологии в различных регионах мира. В Европе и Америке, главным образом, используется GPON, в странах Азии – GEPON. Известны так же и случаи, когда производитель допускает использование одновременно двух технологий в одном стационарном конструктиве. [3]

Однако, не смотря на схожесть, GPON и GEPON – все же разные стандарты. Передача пакетов данных в сетях GPON происходит сложнее, нежели в GEPON сетях. Об этом свидетельствует рисунок 2.2.

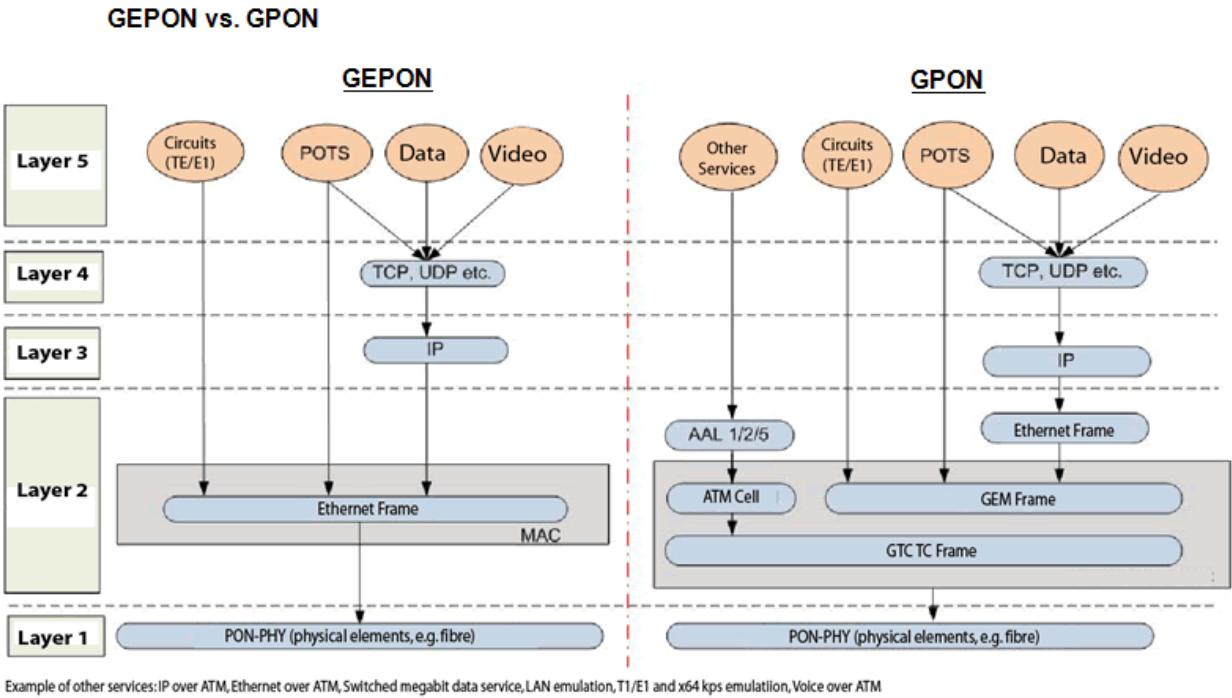


Рисунок 2.2 - Различия стандартов GPON и GEPON при передаче пакетов данных

Так же, GPON сети поддерживают большую скорость передачи, чем GEPON (до 2,5 Гбит/с против 1,25 Гбит/с).

Для построения сети в рамках данного дипломного проекта будет использоваться технология GPON, и, обусловлено это следующими аргументами:

- Пропускная способность GPON сетей выше, чем сетей GEPON (до 2,5 Гбит/с против 1,25 Гбит/с);

- Используя технологию GPON на один порт OTL можно подключить до 64 абонентов, максимальный радиусу сети при этом будет достигать 20км, что обеспечивает эффективное использование оптического волокна.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 РАСЧЕТ ТРАФИКА, ГЕНЕРИРУЕМОГО АБОНЕНТАМИ

3.1 Распределение абонентов по категориям

Проведем оценку трафика сети абонентского доступа. Анализ инфраструктуры микрорайона показал, что абонентов можно разделить на два кластера: физические лица и юридические лица. Предсказывая потребности абонентов того или иного кластера, была составлена таблица 3.1.

Таблица 3.1 - Распределение видов услуг по категориям абонентов

Категория абонентов		Общее число абонентов	Требуемые услуги	Количество абонентов, использующих услугу	Требуемая полоса пропускания
Частные лица		1985	Телефонная связь	800	Не менее 2Мбит/сек, оптимально - свыше 5Мбит/с
			Доступ в Интернет	1500	
			Телевидение	1300	
			Видеонаблюдение	400	
			Интерактивные сервисы	1300	
Юридические лица	SOHO	10	Телефонная связь	5	Не менее 3 Мбит/с, оптимально -свыше 5 Мбит/с
			Доступ в Интернет	7	
			Телевидение	2	
			Видеонаблюдение	6	
	SME/LME	5	Телефонная связь	5	Не менее 5 Мбит/с, оптимально -свыше 10 Мбит/с
			Доступ в Интернет	5	
			Телевидение	3	
			Видеонаблюдение	4	
			VPN	3	

Из таблицы 3.1 видно, что основную часть абонентов составляют частные лица. Учитывался и тот факт, что не всем абонентам требуется полный набор оказываемых услуг.

При проектировании МСС необходимо оценить и рассчитать требуемую пропускную способность для транспортных магистралей и уровня агрегации сети.

3.2 Оценка требуемой полосы пропускания канала

Для оценки требуемой полосы пропускания произведем расчет.

Для категории частных лиц:

- Телефония $800 \cdot 8 \text{ кбит/с} = 6,4 \text{ Мбит/с}$;
- Доступ к сети Интернет $1500 \cdot 2 \text{ Мбит/с} = 3000 \text{ Мбит/с}$;
- Телевидение $1300 \cdot 1,5 \text{ Мбит/с} = 195 \text{ Мбит/с}$;
- Видеонаблюдение $400 \cdot 1,5 \text{ Мбит/с} = 60 \text{ Мбит/с}$;

Итого суммарный трафик абонентов данной категории – 3261,4 Мбит/с;

Для абонентов категории SOHO:

- Телефония $5 \cdot 8 \text{ кбит/с} = 40 \text{ кбит/с} (0,04 \text{ Мбит/с})$;
- Доступ к сети Интернет $7 \cdot 3 \text{ Мбит/с} = 21 \text{ Мбит/с}$;
- Телевидение $2 \cdot 1,5 \text{ Мбит/с} = 3 \text{ Мбит/с}$;
- Видеонаблюдение $6 \cdot 1,5 \text{ Мбит/с} = 9 \text{ Мбит/с}$;

Итого суммарный трафик абонентов данной категории – 33,04 Мбит/с;

Для абонентов категории SME и LME:

- Телефония $5 \cdot 8 \text{ кбит/с} = 40 \text{ кбит/с} (0,04 \text{ Мбит/с})$;
- Доступ к сети Интернет $5 \cdot 3 \text{ Мбит/с} = 15 \text{ Мбит/с}$;
- Телевидение $3 \cdot 1,5 \text{ Мбит/с} = 4,5 \text{ Мбит/с}$;
- Видеонаблюдение $4 \cdot 1,5 \text{ Мбит/с} = 6 \text{ Мбит/с}$;

Итого суммарный трафик абонентов данной категории – 25,54 Мбит/с;

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Суммарный трафик абонентов всех категорий составляет 3320 Мбит/с.

3.3 Расчет межстанционных интенсивностей нагрузок

Для обеспечения надежности проектируемой сети и во избежание перегрузок, расчеты трафика следует произвести для часа наибольшей нагрузки.

Расчет поступающих интенсивностей нагрузок (ИН) производится по формуле:

$$Y_i = a \cdot N_i, \quad (3.1)$$

где $a = 0,05$ Эрл – удельная поступающая ИН от абонентов; N_i - емкость i -й станции.

Емкость существующей АТС составляет 10 тыс. номеров. Рассчитаем интенсивность поступающих нагрузок на существующей АТС и проектируемой МСС:

$$Y_{ATC} = a \cdot N_{ATC} = 0.05 \cdot 10000 = 500 \text{ Эрл};$$

$$Y_{MCC} = a \cdot N_{MCC} = 0.05 \cdot 810 = 40.5 \text{ Эрл};$$

Для цифровых АТС с целью упрощения расчетов принимаем:

$$\frac{t_{вых_i}}{t_{вх_i}} = 1, \quad (3.2)$$

Нагрузка на выходе определяется как:

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Y_{вых_i} = \frac{t_{вых_i}}{t_{вх_i}} \cdot Y_i, \quad (3.3)$$

где $t_{вх_i}$ и $t_{вых_i}$ – время занятия входа и выхода i -й станции.

$$Y_{вых_ATC} = Y_{ATC} = 500 \text{ Эрл};$$

$$Y_{вых_MCC} = Y_{MCC} = 40.5 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность нагрузки на выходе АТС распределяется по следующим направлениям связи: внутростанционная связь, к УСС и исходящие связи к МСС.

Для определения внутростанционной нагрузки сначала рассчитывается общая исходящая ИН сети:

$$Y_{вых_сети} = \sum_i Y_{вых_i}, \quad (3.4)$$

где i – станция

$$Y_{вых_сети} = \sum_{i=2} Y_{вых_i} = 500 + 40.5 = 540.5 \text{ Эрл}$$

Затем вычисляем долю исходящей ИН для каждой сети от общей исходящей ИН сети в процентах:

$$\eta_i = \frac{Y_{вых_i}}{Y_{вых_сети}} \cdot 100, \quad (3.5)$$

Расчет внутростанционных ИН производим по формуле:

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Y_{BH_i} = \frac{K_{BH_i} \cdot Y_{вых_i}}{100}, \quad (3.6)$$

где $K_{BH_i} = 100,0$

$$Y_{BH_PATC} = \frac{100 \cdot 40,5}{100} = 40,5 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность нагрузки к УСС составляет 5% от интенсивности исходящей на ОТС нагрузки, т.е.:

$$Y_{УСС_i} = 0,05 \cdot Y_{вых_i}, \quad (3.7)$$

$$Y_{УСС_ОТС1} = 0,05 \cdot Y_{вых_ОТС1} = 0,05 \cdot 40,5 = 2,025 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность нагрузки в направлении других ОТС:

$$Y_{исх_i} = Y_{вых_i} - Y_{УСС_i}, \quad (3.8)$$

$$Y_{исх_ОТС1} = 40,5 - 2,025 = 38,47 \text{ Эрл.}$$

В таблице 3.2 представлен результат расчетов нагрузок.

Таблица 3.2 - Результаты расчетов нагрузок

НОМЕР ОТС	У _{ВЫХ} , ЭРЛ	У _{УСС} , ЭРЛ	К _{ВН}	У _{ВН} , ЭРЛ	У _{ИСХ} , ЭРЛ
1	540,5	2,025	100,0	40,5	38,47

3.4 Расчет трафика, генерируемого абонентами сети

Компьютерные сети изначально предназначены для совместного доступа пользователя к ресурсам компьютеров: файлам, приложениям, периферийным устройствам (например - принтерам) и т.п. а так же для передачи мультимедийного трафика. Трафик, создаваемый службами компьютерных сетей, имеет свои особенности и отличается от трафика сообщений, генерируемого в телефонных сетях, или, например, сетях кабельного телевидения. Трафик компьютерных данных характеризуется неравномерной интенсивностью поступления сообщений в сеть. Так, коэффициент пульсации трафика отдельного пользователя сети, равный отношению средней интенсивности обмена данными к максимально возможной, может достигать 1:50 и даже 1:100. Но если число абонентов, обслуживаемых коммутаторами, достаточно велико, то пульсации отдельных абонентов распределяются во времени так, что их пики не совпадают и коэффициент пульсации на магистральных каналах значительно снижается.

Среди всех пользователей сети в час наибольшей нагрузки (ЧНН) в сети будет находится и передавать данные только часть абонентов (так называемые активные абоненты). Даже в час наибольшей нагрузки количество активных абонентов может меняться, поэтому для их подсчета используется пятиминутный временной интервал внутри ЧНН, и максимальное число активных абонентов за этот период времени определяется параметром Data Average Activity Factor (DAAF), в соответствии с этим количество активных абонентов составит:

$$AS = TS \cdot DAAF, \text{ аб}, \quad (3.9)$$

где TS – число абонентов, аб, $DAAF$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$AS = 2000 \cdot 0.8 = 1600 \text{ аб.}$$

Абоненты время от времени передают и принимают данные и, как правило, объем передаваемых данных значительно меньше объема принимаемых данных. Таким образом, каждому абоненту необходимо обеспечить заявленную пропускную способность. Определим среднюю пропускную способность сети, требуемой для обеспечения нормальной работы пользователей.

Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$BDDA = (AS \cdot ADBS) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.10)$$

где AS - количество активных абонентов, [аб], $ADBS$ – средняя скорость приема данных, [Мбит/с], OHD – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (1600 \cdot 1.5) \cdot (1 + 0.1) = 2640 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных равна:

$$BUDA = (AS \cdot AUBS) \cdot (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (3.11)$$

где AS - количество активных абонентов, [аб], $AUBS$ – средняя скорость передачи данных, [Мбит/с], OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке.

$$BUDA = (1600 \cdot 0.5) \cdot (1 + 0.15) = 920 \text{ Мбит/с.}$$

Количество абонентов, передающих или принимающих данные в течение некоторого короткого промежутка времени, определяют пиковую пропускную

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

способность сети. Количество таких абонентов в час наибольшей нагрузки определяется коэффициентом Data Peak Activity Factor (DPAF).

$$PS = AS \cdot DPAF, \text{ аб}, \quad (3.12)$$

где DPAF – процент абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течении короткого временного интервала.

$$PS = 1600 \cdot 0.7 = 1120 \text{ аб.}$$

Пиковая пропускная способность измеряется за короткий промежуток времени (1 секунда). Она необходима для приема и передачи данных в момент, когда одновременно несколько пользователей передают или принимают данные по сети. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки:

$$BDDP = (PS \cdot PDBS) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.13)$$

где PDBS – пиковая скорость приема данных, [Мбит/с].

$$BDDP = (1120 \cdot 2) \cdot (1+0.1) = 2464 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$BUDP = (PS \cdot PUBS) \cdot (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

где PUBS – пиковая скорость передачи данных, [Мбит/с].

$$BUDP = (1120 \cdot 0.5) \cdot (1+0,15) = 644 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для проектирования сети необходимо использовать максимальное значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети.

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.15)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.16)$$

где BDD – пропускная способность для приема данных, [Мбит/с], BDU – пропускная способность для передачи данных, [Мбит/с].

$$BDD = \text{Max} [2640; 2464] = 2640 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max} [920; 644] = 920 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность для приема и передачи данных, необходимая для нормального функционирования оптического сетевого узла, составит:

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (3.17)$$

где BDD – максимальная пропускная способность для приема данных, [Мбит/с], BDU – максимальная пропускная способность для передачи данных, [Мбит/с].

$$BD = 2640 + 920 = 3560 \text{ Мбит/с}.$$

Итак, для передачи данных между абонентами сети на одном сетевом узле необходима полоса пропускания 3560 Мбит/с.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.5 Расчет трафика для предоставления доступа к сети Интернет

Все расчеты параметров проектируемой сети приводятся, принимая во внимание следующие исходные данные:

Только 20% из числа пользователей могут находиться в сети одновременно. Из них 30% в час наибольшей нагрузке (ЧНН). Из этих 30% только 25% загружают данные.

Определим число активных пользователей, работающих на средней скорости по формуле:

$$N_{act\ subser} = HNP * DP * DAAF, \text{ аб}, \quad (3.18)$$

где HNP – общее число абонентов проектируемой сети; DP – характеристика проникновения трафика данных; DAAF – фактор активности.

$$N_{act\ subser} = 2000 \cdot 0.2 \cdot 0.3 = 120, \text{ аб}.$$

Далее рассчитаем количество абонентов одновременно принимающих и передающих данные по формуле:

$$Peak_{subser} = HNP \cdot DP \cdot DPeakAF, \text{ аб} \quad (3.19)$$

$$Peak_{subser} = 2000 \cdot 0.15 \cdot 0.15 = 45, \text{ аб}.$$

Для определения требуемой полосы пропускания для среднего и пикового трафика необходимо рассчитать среднюю и пиковую полосу пропускания в ЧНН для восходящего и нисходящего трафика и выбрать из них максимальный.

$$BWDA = (N_{act\ subser} * BWA_{per\ subser}) * (1 + OH), \text{ Мбит/с}, \quad (3.20)$$

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$BWDPeak = (Peak_{subser} * BWP_{per\ subser}) * (1 + OH), \text{ Мбит/с}, \quad (3.21)$$

где $BWA_{per\ subser}$ - средняя полоса пропускания, приходящаяся на 1 абонента (1500 кбит/с); $BWP_{per\ subser}$ – пиковая полоса пропускания на 1 абонента (2000 кбит/с); OH – отношение длины заголовка к длине пакета (0,1).

$$BWDA = (120 \cdot 1500) \cdot (1 + 0.1) = 198, \text{ Мбит/с},$$

$$BWDPeak = (45 \cdot 2000) \cdot (1 + 0.1) = 99, \text{ Мбит/с}.$$

Для определения требуемой полосы пропускания определим максимальное значение между пиковой и средней пропускной способностью:

$$BWData = MAX[BWDA; BWDPeak], \text{ Мбит/с} \quad (3.22)$$

$$BWData = MAX[198; 99] = 198 \text{ Мбит/с}.$$

Таким образом для реализации услуги доступа к глобальной сети Internet полоса пропускания каждого проектируемого узла должна составлять 198 Мбит/с.

3.6 Расчет трафика телефонии

Для организации услуг телефонии необходимо рассчитать требуемую полосу пропускания. Исходными данными для расчета являются:

1. Количество источников нагрузки – абоненты $N=810$ абонентов;
2. Тип кодека в планируемом к внедрению оборудовании, G.729A;
3. Длина заголовка IP пакета, 58 байт.

Транспортный ресурс, который должен быть выделен для передачи в пакетной сети телефонного трафика, поступающего на концентратор, при условии использования кодека определяется следующим образом:

Полезная нагрузка голосового пакета G.729 CODEC составит:

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч. голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.23)$$

где $t_{\text{звуч. голоса}}$ - время звучания голоса [мс], $v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала [Кбит/с].

Эти параметры являются характеристиками используемого кодека. В данном случае для кодека G.729A скорость кодирования – 8кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс.

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{20 \cdot 8}{8} = 20 \text{ байт}.$$

Каждый пакет имеет заголовок длиной в 58 байт.

Общий размер голосового пакета составит:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (3.24)$$

где L_{Eth} , L_{IP} , L_{UDP} , L_{RTP} – длина заголовка Ethernet, IP, UDP, RTP протоколов соответственно [байт], $Y_{\text{полезн}}$ – полезная нагрузка голосового пакета, [байт].

$$V_{\text{пакета}} = 14 + 20 + 8 + 16 + 20 = 78, \text{ байт}.$$

Использование кодека G.729A позволяет передавать через шлюз по 50 пакетов в секунду, исходя из этого, полоса пропускания для одного вызова определится по формуле:

$$ППp_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \text{ бит} / \text{байт} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит} / \text{с}, \quad (3.25)$$

где $V_{\text{пакета}}$ – размер голосового пакета, [байт].

$$ППp_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит} / \text{с}.$$

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В проектируемой МСС устанавливается АТС, в которой имеется до 65536 голосовых портов. С помощью средств подавления пауз обычный голосовой вызов можно сжать примерно на 50 процентов (по самым консервативным оценкам – 30%). Исходя из этого, необходимая полоса пропускания WAN для нашей точки присутствия составит:

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит/с}, \quad (3.26)$$

где $ППр_1$ – полоса пропускания для одного вызова, [Кбит/с], N_{SIP} – количество голосовых портов в АТС, [шт], VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$ППр_{WAN} = 30 \cdot 810 \cdot 0.7 = 17 \text{ Мбит/с}.$$

Результаты могли быть другими, если бы использовались другие средства кодирования/декодирования (CODEC), изменилась средняя продолжительность вызова. Кроме того, на конечный результат может повлиять тип используемого приложения. Так, например, передача музыки вызывающему абоненту, который ждет ответа оператора, не позволяет использовать средства подавления пауз.

3.7 Расчет трафика видеопотоков

Принимаемые абонентами видеопотоки различаются по своим характеристикам. Передачи могут транслироваться в режиме реального времени или записи. При этом видеопотоки могут быть групповыми (multicast) или индивидуальными (unicast).

В режиме multicast видеопотоки транслируются от одного источника (головной станции) ко многим точкам назначения. Этот режим используется

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для трансляции в режиме реального времени программ, принимаемых со спутника, а так же при транслировании программ с видеосервера по заранее составленному расписанию (NVoD).

$$IPVS\ Users = AVS \cdot IPVS\ MP \cdot IPVS\ AF \cdot IPVS\ SH; \quad (3.27)$$

где $IPVS\ Users$ – количество абонентов, $IPVS\ MP$ – коэффициент проникновения услуги IPTV, $IPVS\ AF$ – процент абонентов, пользующихся услугами IPTV одновременно в ЧНН, $IPVS\ SH$ – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$IPVS\ Users = 1305 \cdot 0.3 \cdot 0.5 \cdot 1.5 = 294 \text{ абонента};$$

Для абонентов трансляция видеопотоков происходит в разных режимах. Часть абонентов принимает видео в режиме multicast, а часть – в режиме unicast. При этом абоненту, заказавшему услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов принимающих эти потоки.

$$IPVS\ US = IPVS\ Users \cdot IPVS\ UU \cdot UUS, \text{ потоков}, \quad (3.28)$$

где $IPVS\ UU$ – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео, $UUS=1$ – количество абонентов, приходящихся на один видеопоток.

$$IPVS\ US = 294 \cdot 0.3 \cdot 1 = 88 \text{ потоков}.$$

Один групповой поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество групповых потоков

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users \cdot IPVS\ MU, \text{ потоков}, \quad (3.29)$$

где $IPVS\ MU$ – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVS MS = 294 \cdot 0.7 = 205 \text{ потоков.}$$

Количество доступных групповых видеопотоков зависит от количества программ, предоставляемых провайдером. В отличие, от классической вещательной системы, где каналы транслируются всегда, даже при отсутствии использования, характерной особенностью услуги IPTV является то, что не все потоки одновременно транслируются внутри некоторого сегмента обслуживания. На нашей сети будет предоставляться 30 программ, то есть доступно 30 групповых видеопотоков.

Рассчитаем, максимальное количество видеопотоков среди доступных, которое будет использоваться абонентами, пользующимися услугами группового вещания.

$$IPVS MSM = IPVS MA \cdot IPVS MUM, \text{ видеопотоков,} \quad (3.30)$$

где $IPVS MA$ – количество доступных групповых видеопотоков, $IPVS MUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS MSM = 30 \cdot 0.7 = 21, \text{ видеопоток.}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого со спутника, составляет 5 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит:

$$IPVSB = VSB \cdot (1 + SVBR) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.31)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, [Мбит/с], $SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVSB = 5 \cdot (1 + 0.2) \cdot (1 + 0.1) = 5.28, \text{ Мбит/с.}$$

Для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах группового и индивидуального вещания необходима пропускная способность соответственно:

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (3.32)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (3.33)$$

где $IPVS\ MS$ – количество транслируемых потоков в режиме multicast, $IPVS$ – количество транслируемых потоков в режиме unicast, $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 294 \cdot 5.28 = 1552.32 \text{ Мбит/с,}$$

$$IPVS\ UNB = 88 \cdot 5.28 = 464.64 \text{ Мбит/с.}$$

Групповые потоки транслируются от головной станции к множеству пользователей, и общая скорость для передачи максимального числа групповых видеопотоков в ЧНН составит:

$$IPVS\ MNBM = IPVS\ MSM \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (3.34)$$

где $IPVS\ MSM$ – число используемых видеопотоков среди доступных, $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNBM = 21 \cdot 5.28 = 111 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность МСС с предоставлением услуг IPTV на одном сетевом оптическом узле сложится из пропускной способности для передачи видео в групповом и индивидуальном режимах.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.35)$$

где $IPVS\ MNB$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока, $IPVS\ UNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 1552.32 + 464.64 = 2017 \text{ Мбит/с.}$$

Итак, для предоставления услуги IP TV необходима полоса пропускания 2017 Мбит/с.

3.8 Определение телетрафика мультисервисной сети связи

Полоса пропускания для передачи и приема трафика телефонии, видео, данных и доступа к сети Internet на одном оптическом узле составит:

$$ППр_{\text{Triply play}} = ППр_{\text{WAN}} + AB + BD + BWData, \text{ Мбит/с}, \quad (3.36)$$

где $ППр_{\text{WAN}}$ – пропускная способность для трафика IP телефонии, [Мбит/с], AB – пропускная способность для видеопотоков, [Мбит/с], BD – пропускная способность для трафика данных, [Мбит/с], $BWData$ – пропускная способность для предоставления услуги доступа к сети Internet, [Мбит/с].

$$ППр_{\text{Triply play}} = 17 + 2017 + 3560 + 198 = 5792 \text{ Мбит/с}$$

Итого, суммарная пропускная способность проектируемой сети на одном оптическом узле составляет 5792 Мбит/с.

4 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ

4.1 Выбор кабеля для ВОЛС

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Большая часть затрат приходится именно на строительные-монтажные работы, а технология PON, в свою очередь, подразумевает доведение оптического кабеля непосредственно до жилья абонента. Медный кабель здесь используется в качестве дополнительного, например, для соединения Wi-Fi роутера или ПК с ONT.

Выбор оптического кабеля

Для магистрали проектируемой сети выбираем прокладку волоконно-оптического кабеля ОГД 7 кН производства «Еврокабель». Цена составляет около от 41 руб. за метр (в зависимости от количества волокон). [4]

Описание кабеля ОГД 7 кН

Кабель одномодовый, модульной конструкции, с центральным силовым элементом (ЦСЭ) из стеклопластика (Д) или изолированного полиэтиленом стального троса (М), вокруг ЦСЭ скручены оптические модули с волокнами и кордели. Поверх ЦСЭ обмотаны водоблокирующие нити. Межмодульное пространство заполнено гидрофобным наполнителем. Данный кабель предназначен для прокладки в грунте. Количество оптических волокон в кабеле может достигать от 4 до 288.

На рисунке 4.1 представлен кабель ОГД 7 кН.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 4.1 – Кабель ОГД 7 кН

В качестве оптического кабеля на «последней мили», в случае подключения к сети частного коттеджа будет использоваться кабель СЛ-ОКМБ 03НУ-Е7-3.5 производства «ННП Старлинк». Цена составляет от 22р за метр. [4]

Описание кабеля СЛ-ОКМБ 03НУ-Е7-3,5

В кабеле СЛ-ОКМБ-03НУ-1Е7-3,5 используется гибкая броня из 6 стальных оцинкованных канатных проволок прочностью 1770 Н / мм^2 , диаметр каждой из проволок около 0,8 мм. Диаметр брони – всего 2,8 (2,45) мм, При этом соотношение масса/прочность кабеля выше любого другого оптического кабеля. Канатные проволоки не только позволяют кабелю гнуться при прокладке, но и принимают прямолинейную форму при снятии нагрузки (пружинят). Стандартная толщина оболочки 0,6 мм, возможно изготовление с увеличенным до 1,2-1,5 мм слоем оболочки.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



На рисунке 4.2 представлен кабель СЛ-ОКМБ 03НУ-Е7-3,5.

Рисунок 4.2 – Кабель СЛ-ОКМБ-03НУ-1Е7-3,5

В проектируемой сети связи предполагается прокладка оптического кабеля в грунт. В связи с отсутствием существующей кабельной канализацией данный вариант является экономически более выгодным, нежели строительство канализации. С учетом расхода на прокладку до оборудования необходимо (суммарно) 4700 м оптического кабеля. Следует отметить, что технология PON поддерживает радиус сети до 20км и не подразумевает наличия активного сетевого оборудования (повторителей или репитеров).

4.2 Выбор медного кабеля

В случае необходимости в квартире (доме) конечного абонента будет использоваться медный кабель UTP cat5.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Такой кабель состоит из 4-х пар одножильных медных проводников. Диаметр проводника 24AWG. Каждый проводник заключен в ПВХ (PVC) изоляцию. Два проводника, скрученных со специально подобранным шагом, составляют одну витую пару. Четыре витых пары обернуты полиэтиленовой пленкой и вместе с медным одножильным заземляющим проводником заключены в оболочку из ПВХ (PVC).

Использование этого кабеля обусловлено нерациональностью прокладки вглубь жилья абонента оптического кабеля (например – для подключения Wi-Fi роутера или ПК к ONT). Более того, данный медный кабель не повлияет на конечную скорость передачи информации (поддерживает скорость передачи данных до 1 Гбит/с).

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании сети и подборе оборудования следует учитывать, что у большинства производителей профессионального сетевого оборудования, таких как Cisco, Juniper, HP, Huawei, ZyXEL, Aruba и пр., модельный ряд подразделяется на устройства, предназначенные для малого и среднего бизнеса, крупного бизнеса, сервисных провайдеров и крупных центров обработки данных (ЦОД).

5.1 Оборудование ядра сети (OLT)

В качестве оборудования для построения транспортного уровня (уровня ядра) проектируемой сети было выбрано оборудование компании ZyXEL. Конкретно – модульный коммутатор GPON ZyXEL OLT2412. [5]

Описание коммутатора ZyXEL OLT2412

Модульный коммутатор GPON ZyXEL OLT2412 принадлежит к новейшему поколению устройств широкополосного доступа, обеспечивает подключение до 2048 абонентов с помощью 32 портов ITU-T G.984 GPON, способных работать с трансиверами классов B+ и C+. Термостойкое исполнение позволяет разместить коммутатор как внутри помещений, так и в уличных телекоммуникационных шкафах.

Коммутатор OLT2412 может быть установлен в сетях IPv4 и IPv6: он поддерживает двойной стек протоколов, MLD и IGMP, VLAN на базе протокола для IPv6 сетей, ACL для IPv6. Поддержка гибкой трансляции VLAN, широкие возможности по настройке QoS и управлению трафиком абонентов позволяют эффективно предоставлять услуги Triple-play.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Шасси поддерживает горячую замену и резервирование всех модулей, совместно с резервированием линии PON согласно ITU-T G.984: type A и type B обеспечивается бесперебойное предоставление услуг.

В таблице 5.1 содержатся технические характеристики коммутатора ZyXEL OLT2412.

Таблица 5.1 - Технические характеристики коммутатора ZyXEL OLT2412

Описание системы	
1	2
Тип корпуса	19'' шасси, 6U
Потребляемая мощность, Вт	до 254 Ватт
Питание	-48V DC
Интерфейсы	
1000BASE-SX/LX	2 + 2
10000BASE-SX/LX/ZX	2 + 2
Интерфейс PON	до 32
Порт 10/100BASE-T	1
Последовательный порт RS-232	1
Сигнализация	4 входящие и 3 выходящие пары сухих контактов
Функции обеспечения QoS	
802.1p	8 очередей
VLAN на основе тегов 802.1q	Да
Управление потоком 802.3x	Да
Управление	
SNMP v2c, v3	Да
Базы MIBs II	Да
Интерфейс командной строки через Telnet	Да
Обратная петля OAM	Да
Сигналы тревоги при обнаружении неисправностей	Да

Окончание таблицы 5.1

Функции обеспечения безопасности	
Аутентификация 802.1x	Да
Шифрование	Да
IEEE 802.1ad VLAN Stacking	Да
Фильтрация MAC-адресов	Да
Ограничение числа MAC-адресов	Да
Таблица MAC-адресов	32768
Физические характеристики и условия окружающей среды	
Габариты Ш x Г x В, мм	440 x 250 x 254
Масса устройства, кг 14	
Влажность окружающего воздуха при работе, %	5% - 90% отн. влажн.
Диапазон рабочих температур, °C	-40°C - 65°C

5.2 Терминальное абонентское оборудование (ONT)

В качестве терминального абонентского оборудования было выбрано устройство D-Link DPN-R5402. [6]

Описание D-Link DPN-54-02

Устройство DPN-5402 GPON (Gigabit Passive Optical Network) ONT (Optical Network Terminal) обеспечивает соединение по оптическому каналу с устройством GPON класса OLT на стороне СО и соединение на скорости 10/100/1000Мбит/с с конечным пользователем. Главным преимуществом технологии GPON является оптимальное использование полосы пропускания. Эта технология является следующим шагом в обеспечении высокоскоростного доступа к Интернет сервисам для дома и офиса. Данное устройство ONT обеспечивает надежное соединение с высокой пропускной способностью на

дальние расстояния для пользователей, живущих или работающих в удаленных многоквартирных зданиях и бизнес-центрах.

DPN-5402 позволяет провайдерам телекоммуникационных услуг удовлетворить растущие потребности пользователей в предоставляемых услугах, обеспечивая при этом максимально высокую скорость за счет использования оптоволокна. Устройство поддерживает симметричный режим работы и предоставляет различные варианты развертывания сетей в квартирах, школах и других многоквартирных зданиях и бизнес-центрах.

Устройство предоставляет возможность использования таких сервисов как IPTV, VOD, VoIP, VPN, Web-серфинг, доступ к электронной почте и сервисам мгновенных сообщений.

DPN-5402 оснащен двумя портами FXS, предоставляющими возможность пользоваться голосовыми услугами провайдера.

В таблице 5.2 содержатся технические характеристики ONT D-Link DPN-54-02.

Таблица 5.2 - Технические характеристики D-Link DPN-54-02

Характеристики LAN	
Поддержка 10BASE-T	Да
Поддержка 100BASE-TX	Да
Поддержка 1000BASE-TX	Да
Поддержка IEEE802.3x flow control	Да
Автосогласование, автоматическое определение полярности MDI/MDIX	Да
Поддержка размера пакета Ethernet	До 1522 байт
Ручная настройка скорости для 10M, 100M, 1000M	Да
Поддержка 802.1Q VLAN	До 32 VLAN
Интерфейсы устройства	
Порт GPON (разъем SC)	1

Окончание таблицы 5.2

Порты 10/100/1000 BASE-TX GE	4
Порты VoIP FXS	2
Характеристики GPON	
Восходящий поток (Передатчик)	1310 нм +/- 50 нм, макс. скорость 1,244 Гбит/с
Нисходящий поток (Приемник)	1490 нм +/- 10 нм, макс. скорость 2,488 Гбит/с
Порт с разъемом SC с возможностью подключения по оптоволокну со стороны СО	1
Тип кабеля	Одномодовый оптический
Максимальное расстояние передачи данных	20 км
Поддержка IGMP v1/v2/v3 Snooping	16 записей, может быть включена/отключена
Настройка порта UNI	Скорость, дуплексный режим, управление потоком, включить/выключить, автоматический режим
Шифрование	AES-128
Характеристики VOIP	
Порты FXS: входящие и исходящие вызовы, ожидание вызова, трехсторонняя конференц-связь, переадресация вызова, отображение идентификатора звонящего	2
Голосовые кодеки	711 a-law, G.711 u-law, G.723.1a, G.729a, G.729b
Передача голоса:	Соответствие RTP (RFC1889)
Call Control SIP	RFC3261
Подавление эхо	Да

5.3 АТС

Проектируемая МСС микрорайона «Северный-2» предполагает наличие АТС. Была выбрана узловая модульная АТС М-200. Данная АТС будет связана с существующей АТС, расположенной по адресу п. Северный, ул. Олимпийская д.6, имеющей выход на ТФОП. [7]

Описание АТС МС-200

Узловая АТС М-200 - это надежная и экономичная цифровая система коммутации, обладающая гибкой модульной структурой оборудования и программного обеспечения, для мультисервисных сетей ёмкостью до 65 536 номеров. УАТС М-200 может применяться в качестве учрежденческо-производственной, сельской или городской телефонной станции.

Особенности АТС М-200:

- Модульная конструкция АТС как на аппаратном, так и на программном уровне;
- Сопряжение модулей АТС друг с другом по цифровому стыку ИКМ-30;
- Наличие у каждого модуля встроенной управляющей микро-ЭВМ с рабочими, тестовыми и сервисными программами;
- Наличие широких возможностей конфигурирования АТС;
- Наличие системы учета стоимости разговоров (АПУС);
- Широкий спектр опций ДВО;
- Круглосуточный, необслуживаемый режим работы АТС.

Цифровая АТС М-200 устанавливает следующие виды соединений:

- Между абонентами своей станции;
- Между абонентами своей станции и абонентами городской или сельской сети;
- С абонентами учрежденческих АТС данной сети;

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- С абонентами ведомственных или учреждений сетей, включенных в данную местную сеть;

Цифровая АТС М-200 предоставляет возможность выхода:

- На международную, междугородную и зонную сеть;
- К спецслужбам СТС или ГТС в случае сельско-пригородной сети.

В таблице 5.3 содержатся технические характеристики АТС М-200.

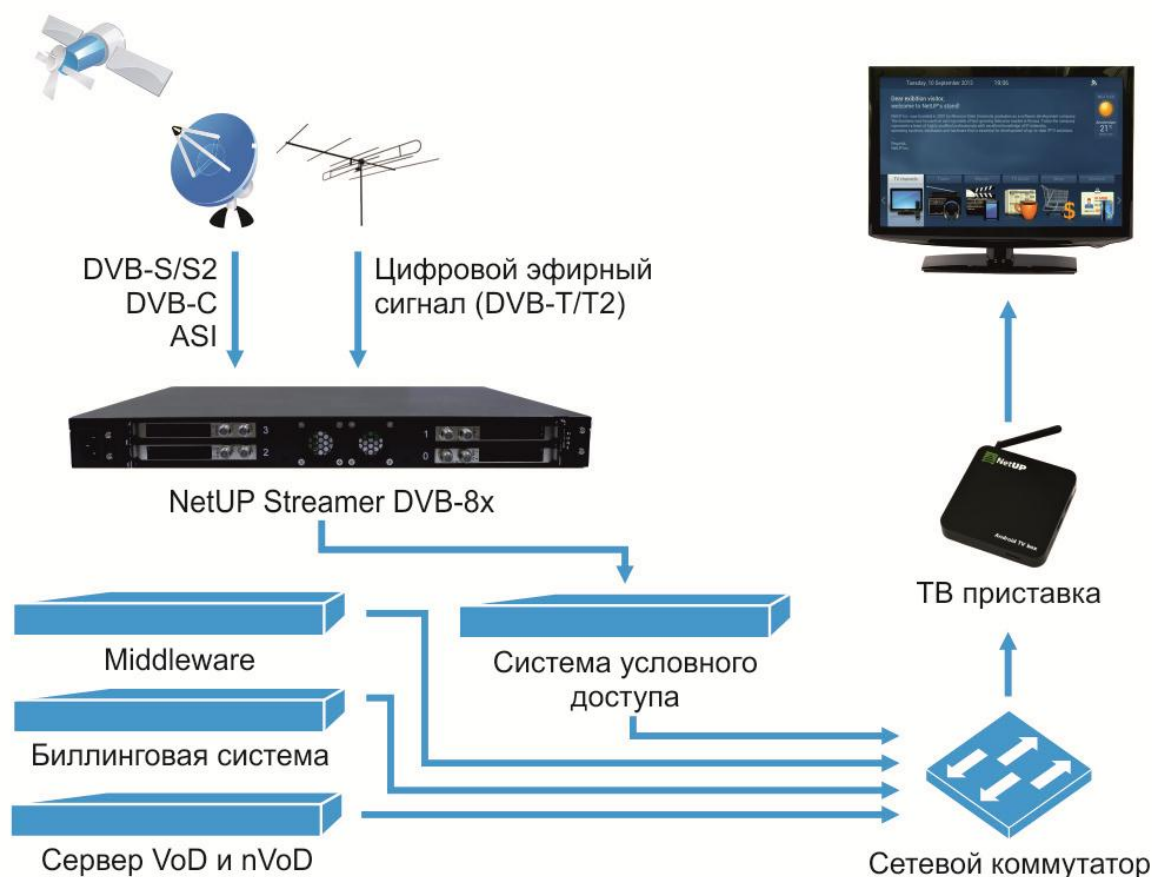
Таблица 5.3 - Технические характеристики АТС М-200

Питание	36 – 72 В DC
Охлаждение	Естественное
Температура окружающей среды	от +9 до +35 гр. Цельсия
Влажность воздуха при t=25 градусов С	20...95 %
Типы цифровых СЛ	ИКМ-30, ИКМ-15
Типы аналоговых СЛ	3-х пр. ФСЛ, 4-х, 6-ти пр. РСЛ, 2-х пр. СЛ
Принимаемый тип набора номера	Импульсный, частотный
Интерфейс с ПК	RS 232, 1000 BASE TX
Модель модуля	МАЛ-6, МАЛ-10, МАЛ-15, МАЛ-18
Управление	Программное
Коммутация	Цифровая
Микропроцессорный комплект	Intel 80С386
Тактовая частота	66 МГц
Сопроцессор	ADSP2186N
Емкость ОЗУ	4096 кБайт
Емкость ПЗУ	3072 кБайт
Максимальная абонентская емкость	64, 128, 208, 256
Количество доступных слотов-мест	4, 8, 13, 18
Электропитание	От источника 48...60В постоянного тока или от сети 220В, 50 Гц
Энергопотребление, Вт	55, 95, 150, 170
Буфер тарификации, Гб	До 4
Интерфейс с ПК	RS 323, 100 BASE TX (опция)

5.4 Оборудование IPTV

В качестве оборудования для реализации IPTV выбрано решение от компании NetUP.

На рисунке 5.1 представлена схема реализации услуги IPTV с



использованием комплекса оборудования NetUP IPTV Complex. [8]

Рисунок 5.1 – Схема построения программно-аппаратного комплекса IPTV с использованием NetUP IPTV Complex

Для приема видеосигнала со спутников, из эфира и кабельных сетей с последующим формированием потоков контента по IP компанией NetUP разработана высокопроизводительная головная станция NetUP Streamer 8x. Данное устройство позволяет принимать спутниковый сигнал непосредственно с антенн. Полученные потоки мультиплексируются и экспортируются в локальную сеть в виде IP-мультикаста.

В таблице 5.4 содержатся технические характеристики IPTV оборудования NetUP Streamer 8x.

Таблица 5.4 - Технические характеристики NetUP Streamer 8x

Конструкция:	Стандартный конструктив для монтажа в 19” телекоммуникационную стойку
	Высота 1 Unit
	Питание 90–264 В, 47–63 Гц
	Размер (ШхВхГ): 440 x 44 x 410 мм
Управление:	LCD дисплей на передней панели для первоначальной настройки и просмотра статистики
	Веб-интерфейс администратора
	Поддержка BISS
	RS-232 консоль
Внешние интерфейсы:	4 порта Gigabit Ethernet 10/100/1000 Мбит/сек
	8 слотов Common Interface
	8 универсальных DVB-S2/T2/C2 входов
Производительность:	Прием телевизионных каналов с 8 транспондеров или мультиплексов
	Суммарная скорость порядка 500 Мбит/сек

Программно-аппаратный комплекс IPTV производства компании NetUP предназначен для предоставления услуг в сфере интерактивного телевидения:

- Вещание спутниковых, эфирных и кабельных каналов (Streaming);
- Видео по запросу (VoD);
- Виртуальный кинозал (nVoD);
- Телевидение по запросу (TVoD);
- Персональный видеомэгнитофон (NPVR);
- Телевидение со сдвигом во времени (Time-Shifted TV);
- Различный интерактивный функционал клиентских телевизионных приставок (Set-Top Box).

NetUP IPTV Complex содержит все необходимые инструменты для решения задач интерактивного TV, тесно интегрированные между собой:

- Управление клиентской базой (Subscriber Management System);

- Гибкая бизнес-логика тарификации услуг (Billing);
- Защита контента от несанкционированного доступа на различных уровнях (CAS, DRM);
- Интерфейс интерактивного доступа к услугам для клиентских приставок (Middleware).
- Формирование и управление потоками контента (DVB/IP-стимеры, MPEG-кодеры, VoD/nVoD сервера).

За счет объединения компонентов системы в кластер, NetUP IPTV Complex масштабируется как в большую, так и в меньшую сторону. Все программные компоненты IPTV комплекса разрабатываются на базе NetUP Business Server (NBS). Благодаря модульной архитектуре возможно оперативное изменение всего функционала без остановки используемого ПО в сети IPTV.

5.5 Серверное оборудование

В качестве сервера для проектируемой мультисервисной сети был выбран сервер Dell PowerEdge R330.

Технические характеристики:

- Центральный процессор семейства Intel Xeon;
- Набор микросхем Intel C236;
- 4 слота DIMM с поддержкой модулей памяти DDR4 (до 64 Гб);
- Поддержка 2,5-дюймовых SAS накопителей с возможностью горячей замены;
- RAID контроллер;
- Адаптер Intel с 2 и 4 портами Base-T 1 Гбит/с;
- Адаптер Qlogic Quark с четырьмя портами SFP+ 10 Гбит/с и Base-T.
- ОС Microsoft Windows Server 2012 R2

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.6 VoIP шлюз

VoIP-шлюз (Voice over IP-шлюз) — устройство, предназначенное для подключения телефонных аппаратов или офисных АТС к IP-сети, для передачи через нее голосового трафика.

Технология VoIP, позволяет перевести голосовой трафик из традиционных телефонных сетей в IP-сети. Для этого используются VoIP шлюзы.

В рамках проектируемой сети в качестве VoIP шлюза для юридических лиц будет использоваться устройство Eltex TAU-8.IP, имеющtt 8 FXS портов и поддерживающее протокол SIP. [7] Для физических лиц VoIP шлюзом служит абонентский терминал (ONT), уже имеющий в своем составе 1 порт для подключения телефона.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ

6.1 Организация связи

С учетом анализа требований и технологий была спроектирована МСС микрорайона «Северный-2». На рисунке 6.1 представлена схема проектируемой сети.

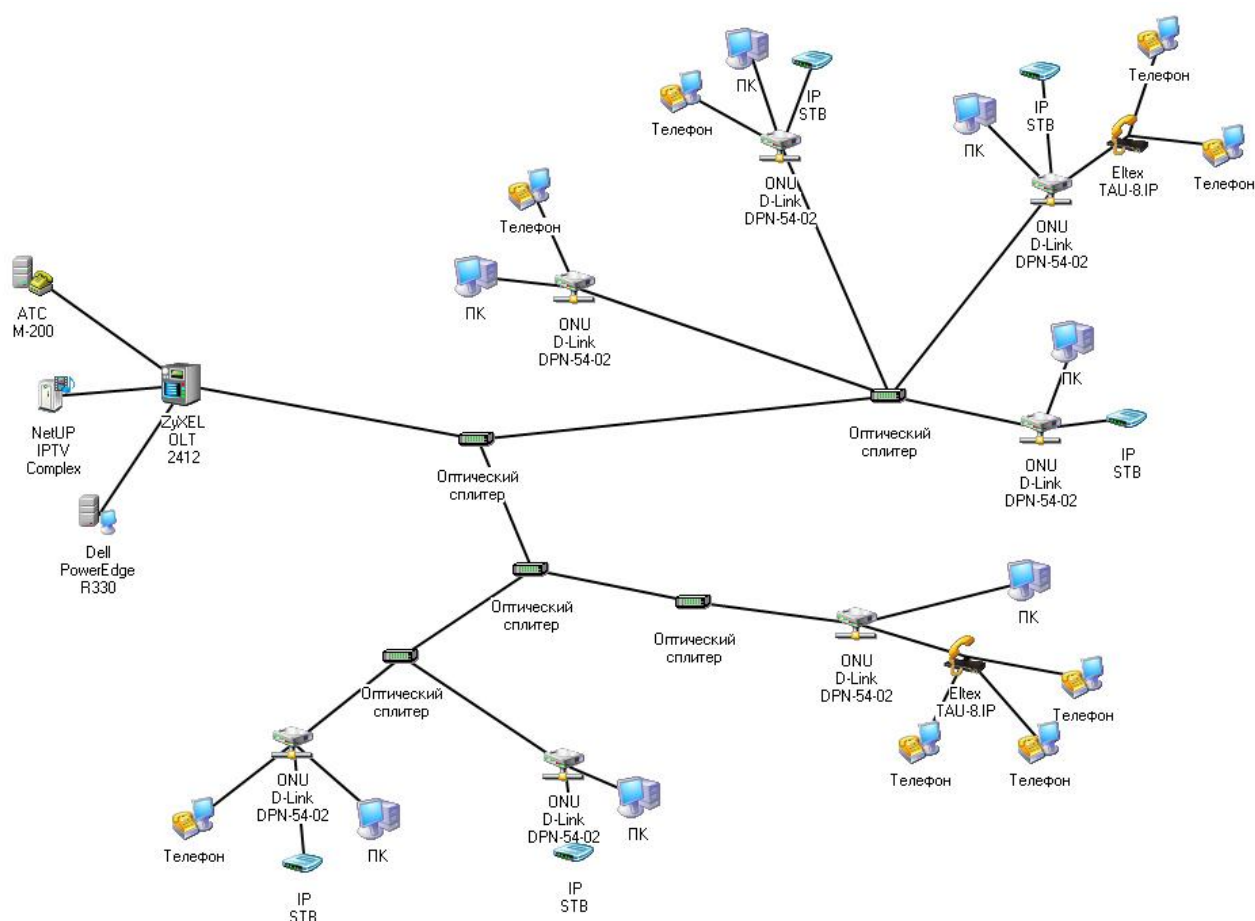


Рисунок 6.1 – Схема проектируемой сети микрорайона «Северный-2»

Структура сети представляет собой классическую структуру построения PON сетей с использованием оптического терминала OLT ZyXel OLT2412, абонентских терминалов (ONT) D-Link DPN-54-02 и оптических сплитеров. Посредством волоконно-оптического кабеля к OLT подключена АТС М-200 и оборудование IPTV от компании NetUP. Вся ВОЛС прокладывается в грунте.

IP-телефония реализована на базе протокола SIP и обрабатывается посредством АТС М-200. АТС М-200, в свою очередь, имеет выход на ТФОП.

6.2 Рекомендации по установке оборудования

Все провайдерское оборудование должно располагаться в одном помещении в непосредственной близости друг от друга. Оборудование подключается между собой посредством либо волоконно-оптического кабеля через SPF порты. Допускается подключение с использованием медного кабеля через порты 10 Gigabit Ethernet.

Оптические разветвители (сплитера) устанавливаются либо на столбы освещения, либо на стены зданий.

Все оборудование, включая провайдерское оборудование и сплитера должно располагаться в местах, максимально защищенных от посторонних лиц в металлических антивандальных шкафах. Доступ к оборудованию должен иметь только квалифицированный персонал, имеющий на то разрешение (техник, электрик и т.д.).

6.3 Рекомендации по прокладке линий связи

В данном проекте предусмотрена прокладка ВОЛС в грунт. На сегодня это самый распространенный способ строительства кабельных линий связи. Существует несколько особенностей, связанных с выполнением этих работ [9]:

- Ширина траншеи для прокладки кабеля должна быть не менее 0,5 м.
- Глубина прокладки кабеля должна составлять не менее 0,4 м (оптимально – 1,2 – 1,5 м).

Для прокладки кабеля внутри зданий следует придерживаться следующих рекомендаций:

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Кабель в здании прокладывается либо с использованием вентиляционных отверстий, либо вдоль стен в защитном коробе (кабель канале, кабель-росте или в кабельных лотах).
- Кабель ЛС обязательно прокладывается отдельной трассой от линии электропередачи.

Для обеспечения пожарной безопасности все кабельные линии связи прокладываются внутри гофршланга, выполненного из негорючего материала. Так же выполняется огнезащита в местах прокладки кабеля через перекрытия, стены и перегородки.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

7 РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Исходя из проведенных ранее расчетов и схем организации связи и прокладки кабеля, необходимо вычислить требуемое количество оборудования, необходимое для проектируемой сети связи.

В таблице 7.1 представлен расчет оборудования и линейно-кабельных сооружений.

Таблица 7.1 – Расчет оборудования и линейно-кабельных сооружений проектируемой сети

Наименование	Количество
Шасси ZyXEL OLT2412, шт	1
Абонентские терминалы (ONT) D-Link DPN-54-02, шт	2000
АТС М-200, шт	1
IPTV-комплекс NetUP IPTV Complex, шт	1
VoIP Шлюз Eltex TAU-8.IP, шт	10
Сервер Dell PowerEdge R330, шт	1
Оптический кабель ОГД 7кН, м	2900
Оптический кабель СЛ-ОКМБ-03НУ-1Е7-3,5, м	1800
Медный кабель UTP cat5, м	300
Телекоммуникационный шкаф 42U, шт	1
Настенный шкаф 15U, шт	1
Шкаф антивандальный, шт	56
Кондиционер, шт	2
Система ротации кондиционеров, шт	1
Источник бесперебойного питания, шт	2

8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

8.1 Расчет капиталовложений

Общая стоимость оборудования определяется в зависимости от проектируемой емкости станции и удельных затрат на одну абонентскую линию. С приобретением каждой новой станции идет уменьшение удельных затрат.

Капитальные вложения представляют собой смету затрат на реализацию проекта и включают в себя все необходимое коммуникационное оборудование, линию связи, стоимость лицензионного программного обеспечения и т.д. [10]

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования могут быть вычислены по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (8.1)$$

где $K_{об}$ - суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб; K_i – общая стоимость одной позиции (типа оборудования); N – количество позиций.

В таблице 8.1 представлена смета закупаемого оборудования для проектируемой сети.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 8.1 – Смета затрат на приобретение оборудования

Наименование	Кол-во едениц	Стоимость (руб)	
		За единицу	Всего
Шасси ZyXEL OLT2412, шт	1	936800	936800
Абонентский терминал D-Link DPN-54-02, шт	2000	7450	14900000
АТС М-200, шт	1	2292350	2292350
IPTV-комплекс NetUP IPTV Complex, шт	1	925000	925000
VoIP Шлюз Eltex TAU-8.IP, шт	10	12450	124500
Сервер Dell PowerEdge R330, шт	1	213980	213980
Оптический кабель ОГД 7кН, м	2900	83,42	241918
Оптический кабель СЛ-ОКМБ-03НУ-1Е7-3,5, м	1800	29,80	53640
Медный кабель UTP cat5, бухта, 305 м	1	3530	3530
Телекоммуникационный шкаф 42U, шт	1	18150	18150
Настенный шкаф 15U, шт	1	4020	4020
Шкаф антивандальный, шт	56	1180	66080
Кондиционер, шт	2	11190	22380
Система ротации кондиционеров, шт	1	9600	9600
Источник бесперебойного питания, шт	2	46430	92860
Сплиттер оптический, шт	56	782	43792
Итого:			19948600

При приобретении оборудования обычно предусматриваются следующие расходы: $K_{пр}$ – Затраты на приобретение оборудования; $K_{тр}$ – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от $K_{пр}$); $K_{смр}$ – строительно-монтажные расходы (20% от $K_{пр}$); $K_{т/у}$ – расходы на тару и упаковку (0,5% от $K_{пр}$); $K_{зср}$ – заготовительно-складские расходы (1,2% от $K_{пр}$); $K_{пнр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{пр}$).

Отдельно следует осуществить расчет необходимых затрат на строительство линейно-кабельных сооружений. Средняя стоимость прокладки

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

волоконно-оптического кабеля составляет 250 руб. за 1 м. (в зависимости от особенностей местности).

Общие затраты на прокладку кабеля составят:

$$K_{каб} = L * Y \quad (8.2)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля; Y – стоимость 1 км. прокладки кабеля.

$$K_{каб} = L * Y = 4700 * 250 = 1175000$$

Таким образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$KB = K_{об} + (K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{т/у} + K_{зср} + K_{нпр})K_{об} + K_{каб}, \text{ руб.} \quad (8.3)$$

$$KB = 19948600 + 19948600 * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + 1175000 = 26848848,2, \\ \text{руб.}$$

Итого, капитальные вложения составляют 26848848,2 руб.

8.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство или предоставление услуг. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эти расходы имеют текущий характер. Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном выражении.

Для определения эксплуатационных расходов по проекту используются следующие статьи:

- Затраты на оплату труда;
- Страховые взносы;

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Амортизация основных фондов;
- Материальные затраты;
- Прочие производственные расходы.

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала.

В данном случае проект предполагает создание новой сети, следовательно, необходимо спланировать количество рабочих, которое позволит своевременно и эффективно выполнять задачи по развертыванию сети и подключение новых абонентов к сети. Определенный состав персонала представляется в проекте в виде таблицы. Сумма оклада работника зависит от региона, где он работает.

Таблица 8.2 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	30000	1	42000
Инженер 1 кат.	20000	2	32000
Инженер-программист.	18000	2	30000
Монтажник	12000	3	20000
Итого:		8	124000

Годовой фонд оплаты труда для персонала рассчитывается как:

$$\Phi OT = \sum_{i=1}^K (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб} \quad (8.4)$$

где I_i – количество работников каждой категории; P_i – заработная плата работника каждой категории, руб; 12 – количество месяцев; T – коэффициент премии (если премии не предусмотрены, то $T=1$).

Каждое предприятие обязано выплачивать налоги на каждого своего сотрудника. С 1 января 2010 года единый социальный налог (ЕСН) был заменён **страховыми взносами**, а его ставка повышена. Ранее ЕСН составлял лишь 26%, затем он был резко увеличен до 34%. Взносы включают в себя отчисления в: Пенсионный фонд (ПФР) — 22 %, Фонд медицинского страхования (ФФОМС) — 5,1 %, Фонд социального страхования (ФСС) — 2,9 %.

На сегодняшний день этот показатель составляет порядка 30% от заработной платы. В случае, если доход работника за 1 год превысит 796 тыс. рублей, то на него вносится дополнительный налог в 10%. При превышении базы в 718 тыс. рублей взносы в ФСС не уплачиваются.

$$CB = \Phi OT * 0,3, \text{ руб} \quad (8.5)$$

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов, в этом случае:

$$AO = T / F, \text{ руб} \quad (8.6)$$

где T – стоимость оборудования, F – срок службы этого оборудования.

В Российской Федерации действует документ «О единых нормах амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства СССР», в котором предусмотрены все нормы по амортизации для любой из видов деятельности, в том числе и на оборудование отрасли связи. Под амортизацию не попадает ПО, затраты на транспортировку и т.д., т.е. учитывается только оборудование.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

а) затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$Z_{\text{эн}} = T * 24 * 365 * P \quad (8.7)$$

где Т – тариф на электроэнергию (согласно тарифам для Белгородской области) (руб./кВт · час), Р – мощность установок (кВт).

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от основных производственных фондов и определяются по формуле:

$$Z_{\text{мв}} = KB * 0,035 \quad (8.8)$$

где KB – капитальные вложения, затраты на оборудование.

Общие материальные затраты равны:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{эн}} + Z_{\text{мв}} \quad (8.9)$$

где $Z_{\text{эн}}$ – затраты на оплату электроэнергии; $Z_{\text{м}}$ – материальные затраты.

Прочие расходы предусматривают общие производственные ($Z_{\text{пр.}}$) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ($Z_{\text{эк.}}$):

$$Z_{\text{пр}} = \text{ФОТ} * 0,15 \quad (8.10)$$

$$Z_{\text{эк}} = \text{ФОТ} * 0,25 \quad (8.11)$$

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в общую таблицу 8.3.

Таблица 8.3 – Годовые эксплуатационные расходы

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Удельный вес статей, %
1. ФОТ	1488000	24,4
2. Страховые взносы	446400	7,32
3. Амортизационные отчисления	1662383	15,7
4. Материальные затраты	2606510	42,7
5. Прочие расходы	595200	9,7
ИТОГО	6095127,82	100

8.3 Калькуляция доходов

При выборе размера абонентской платы и стоимости оплаты за подключение следует учитывать аналогичные тарифы у имеющих в городе конкурирующих операторов.

Важным является определение количества абонентов, которое подключается к проектируемой сети. Не следует выбирать долю абонентов, которые будут подключены в первый год, равную 100 %. Целесообразно рассчитывать, что в первый год будет подключено где-то 30% от всех абонентов, столько же (или менее) во второй год и т.д. Количество подключаемых абонентов представлено в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Количество подключаемых абонентов в определенный период времени

Год	Абоненты (Физические лица)	Абоненты (Юридические лица)	Общее кол-во подключаемых абонентов
1	590	5	595 (29,75% от общего - 2000)
2	550	3	553 (39,3% от оставшихся 1405)
3	400	4	404 (47,4% от оставшихся 852)
4	445	3	448 (100% от оставшихся 448)

В таблице 8.5 приведены тарифы для юридических и физических лиц, т.е. плата за подключение и пользование различными услугами.

Таблица 8.5 – Тарифы для абонентов

Наименование предоставляемых услуг	Стоимость, руб.
Плата за подключение:	
Юридические лица	6500
Физические лица	3000
Телефония:	
Юридические лица	350
Физические лица	150
Доступ к сети Интернет:	
Юридические лица	2600
Физические лица	500
IP TV и интерактивные сервисы:	
Юридические лица	1000
Физические лица	300

Так как предусмотрена разовая абонентская плата за подключение к сети, то необходимо вычислить разовый доход за подключение абонентов:

$$D_{\text{зод}} = N_{\text{физ.л}} * B_{\text{физ.л}} + N_{\text{юр.л}} * B_{\text{юр.л}} \quad (8.12)$$

где $N_{\text{физ.л}}$ и $N_{\text{юр.л}}$ – размер платы за подключение абонентов к сети (физических лиц и юридических), B – количество абонентов (физических лиц и юридических), пользующихся конкретной услугой.

Годовой доход за предоставление абонентам доступа к различным услугам рассчитывается как:

$$D_{\text{зод}} = \sum_{i=1}^J N_i * B_i * 12 \quad (8.13)$$

где N – размер абонентской платы за конкретный вид услуги в месяц; B – количество абонентов, пользующихся конкретной услугой.

При расчете годового дохода обращается внимание на то, что доход от подключения абонентов является разовым и не переносится на следующий год.

Не каждый абонент будет иметь желание подключаться ко всем услугам. Исходя из таблицы 8.6, демонстрирующую распределения услуг по абонентам, можно сделать вывод, что:

- Среди физических лиц 100% будут иметь доступ в Интернет, 40% будут иметь телефонную связь, 65% будут иметь подключение к телевидению.
- Среди юридических лиц доступ в интернет будут иметь 80% всех абонентов, 66% будут иметь телефонную связь, 46% будут иметь подключение к телевидению.

Таблица 8.6 – Распределение услуг по абонентам

Физические лица	1985	Телефонная связь	800
		Доступ в Интернет	1500
		Телевидение	1300
Юридические лица	15	Телефонная связь	10
		Доступ в Интернет	12
		Телевидение	5

В таблице 8.7 отображены доходы от подключения абонентов и предоставления им услуг.

Таблица 8.7 – Доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам

Год	Количество абонентов		Доход, руб.		
	Физ. лица	Юр. лица	От подключения	От абонентской платы	Суммарно за год
1	590	5	1802500	5505000	7307500
2	550	3	1669500	5064000	6733500
3	400	4	1226000	3720650	4946650
4	445	3	1374000	4113600	5487600

8.4 Определение оценочных показателей проекта

Среди основных показателей проекта можно выделить срок окупаемости, т.е. временной период, когда реализованный проект начинает приносить прибыль, превосходящую ежегодные затраты.

Для оценки срока окупаемости будет использован принцип расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на

конец i -го периода времени. Этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле:

$$NPV = PV - IC \quad (8.14)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (8.15), IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (8.16).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (8.15)$$

где P_n – доход, полученный в n -ом году, i – норма дисконта, T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (8.16)$$

где I_n – инвестиции в n -ом году, i – норма дисконта, m – количество лет, в которых производятся выплаты.

В формулах (8.15) и (8.16) $n=0$, т.к. 0 год это год на ввод сети в эксплуатацию. В этот год доходы отсутствуют, а присутствуют только затраты на закупку оборудования и оплату годовых расходов.

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. В теории инвестиционного анализа предполагается, что ставка дисконтирования включает в себя минимально гарантированный уровень доходности (не зависящий от вида инвестиционных вложений), темпы инфляции и коэффициент, учитывающий степень риска и другие специфические особенности конкретного инвестирования (риск данного вида инвестирования,

риск неадекватного управления инвестициями, риск неликвидности данного инвестирования).

Используемая ставка дисконта должна соответствовать выбранному виду денежного потока. Ставка дисконта может быть рассчитана различными способами. Наиболее простым является кумулятивный, при котором в качестве ставки дисконта выбирается средняя ставка по долгосрочным валютным депозитам пяти крупнейших российских банков. Она составляет приблизительно 8% и формируется в основном под воздействием внутренних рыночных факторов.

Нулевым годом считается год реализации проекта.

Параметр P показывает доход, полученный за текущий год. Не стоит забывать, что в таблице 8.7 приведены доходы от конкретного количества абонентов, которые были подключены за год, т.е. без учета уже имеющихся абонентов. Таким образом, чтобы вычислить доход, например за конкретный год, необходимо суммировать доход от подключения абонентов на конкретный год и доход от абонентской платы за год, а также прибавить доход от абонентской платы для абонентов, которые были подключены до этого года, исключая стоимость подключения. Т.е.:

$$P_i = P_{подкл(i)} + P_{аб(i)} + \sum_{i=2}^T P_{подкл(i-1)} - P_{аб(i-1)} \quad (8.17)$$

где $P_{подкл(i-1)}$, $P_{аб(i-1)}$ - доходы от подключения абонентов и доход от абонентской платы за год; T – расчетный период.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Таблица 8.8 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0 (нач. 1 года)	0	0	26848848	26848848	-26848848
1 (нач. 2 года)	7307500	6766204	6095128	32492485	-25726281.33
2 (нач. 3 года)	12238500	17258745	6095128	37718075	-20459330.03
3 (нач. 4 года)	15515650	29575568	6095128	42556584	-12981015.94
4 (нач. 5 года)	19777250	44112437	6095128	47036685	-2924247.82
5 (нач. 6 года)	18403250	56637380	6095128	51184927	5452453.201
6 (нач. 7 года)	18403250	68234549	6095128	55025891	13208657.85

Как видно из приведенных в таблице 8.8 рассчитанных значений, проект окупиться на 5 году эксплуатации, так как на 5 году эксплуатации мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям и может приниматься как с учетом фактора времени, так и без его участия.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого

сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + |NPV_{n-1}| / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (8.18)$$

где T – значение периода, когда чистый денежный доход меняет знак с «-» на «+»; NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году; NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в $n-1$ году.

$$PP = 5 + 2924247 / (2924247 + 5452453) = 5,35 \text{ лет}$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 5,35 лет (5 лет и 4 месяца).

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (8.19)$$

$$PI = 56637380 / 51184927 = 1,1$$

Если $PI > 1$, то проект следует принимать; если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; если $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Индекс PI следует рассчитывать либо для момента, когда проект окупается, либо на длительность временного периода расчета (общее количество лет). Если необходимо вычислить рентабельность в %, то необходимо из PI вычесть 1.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Внутренняя норма доходности (IRR) – норма прибыли, порожденная инвестицией. Это та норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника.

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR, тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (8.20)$$

где i – ставка дисконтирования.

Расчет показателя IRR осуществляется путем последовательных итераций. В этом случае выбираются такие значения нормы дисконта i_1 и i_2 , чтобы в их интервале функция NPV меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (8.21)$$

где i_1 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV > 0$; i_2 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV < 0$.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 8 + 5452453 / (5452453 + 915) \cdot (33.31 - 8) = 33.31$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 33,31%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 8%, следовательно, проект следует принять.

8.5 Основные технико-экономические показатели проекта

В данном разделе была осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов, определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, которые характеризуют финансовый уровень решения задач. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 8.9.

Таблица 8.9 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
1	2
Количество абонентов, чел	2000
Капитальные затраты, руб	26848848,2
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	6095127,82
Расходы на оплату производственной электроэнергии	42055,088

Окончание таблицы 8.9

1	2
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	939709,687
Фонд оплаты труда	1488000
Страховые взносы	446400
Амортизационные отчисления	1662383
Общие производственные расходы	2606510,898
Внутренняя норма доходности (IRR)	33,31
Индекс рентабельности (PI)	1,1
Срок окупаемости, год	5,35

Исходя из рассчитанных значений, анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует о достаточной степени эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность.

9 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

9.1 Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятии

Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятиях связи производится на основе аттестации по условиям труда.

Результаты аттестации используются в целях:

- Паспортизации организации на соответствие требованиям по охране труда;
- Установления коэффициента класса профессионального риска для определения страхового тарифа страхователя (работодателя);
- Обоснования предоставления льгот и компенсаций работникам, занятым на работах с опасными и вредными условиями труда, в предусмотренном законодательном порядке для включения их в коллективный договор;
- Решения вопроса о связи заболеваний с профессией при подозрении на профессиональное заболевание, установление диагноза профзаболевания;
- Рассмотрение вопросов о необходимости приостановления эксплуатации производственного объекта, изменении технологий, представляющих непосредственную угрозу жизни и здоровью работников;
- Планирование и проведение мероприятий по охране и условиям труда в организациях в соответствии с действующими нормативными правовыми документами;
- Составления отчетности о состоянии условий труда, льготах и компенсациях, предоставляемых за работу с вредными и опасными условиями труда;
- Ознакомления работников при приеме на работу с условиями труда, их влиянием на здоровье и необходимыми СИЗ.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сроки проведения аттестации устанавливаются организацией, исходя из изменения условий и характера труда, но не реже одного раза в 3 года с момента проведения последних измерений.

Внеочередной аттестации подлежат производственные объекты после замены производственного оборудования, изменения технологического процесса, реконструкции средств коллективной защиты, а также по требованию органов Государственного надзора и контроля за охраной труда при выявлении нарушений проведения аттестации.

Измерения параметров опасных и вредных производственных факторов проводятся лабораториями, имеющими на это разрешение. Подобные разрешения предоставляются региональными органами охраны труда.

Для организации и проведения аттестации издаётся приказ, в соответствии с которым создаётся постоянно действующая аттестационная комиссия, в состав которой входит председатель, члены комиссии и ответственный за составление, ведение, хранение документации по аттестации.

В состав аттестационной комиссии организации так же рекомендуется включать специалистов служб охраны труда, отдела труда и заработной платы, руководителей производственных объектов, медицинских работников, уполномоченных лиц по охране труда профессиональных союзов или трудового коллектива.

Аттестационная комиссия осуществляет следующие действия:

- Руководит и контролирует процесс проведения работ;
- Формирует необходимую нормативно-справочную базу для проведения аттестации и организует её изучение;
- Выявляет на основе анализа причин производственного травматизма, наиболее травмоопасные участки, работы и оборудование;
- Составляет и готовит к утверждению перечень производственных объектов организации, имеющих опасные и вредные факторы производственной среды;

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

- Составляет и утверждает график проведения аттестации на производственных объектах организации;
- Разрабатывает предложения по улучшению и оздоровлению объектов к их сертификации на соответствие требованиям по безопасности труда.

Оценка производственных факторов по условиям труда производится на основании результатов замеров полученных не менее на 10 основных рабочих местах обследуемого производственного объекта. Для помещений, имеющих площадь менее 100 м², допускается проведение замеров на трёх рабочих местах.

Замеры уровней производственных факторов проводятся по методикам, утвержденным в установленном порядке. Измерения физических, химических факторов должны выполняться в процессе работы в соответствии с технологическим регламентом, при исправных средствах коллективной и индивидуальной защиты и оформляться в соответствии с протоколами.

Величина отклонения показателя фактического уровня исследуемого производственного фактора над допустимым в сторону превышения свидетельствует о наличии вредных производственных факторов в рабочей зоне. Каждое наименование вредного производственного фактора соответствует одному классу профессионального риска.

Суммарная величина не может быть выше всех имеющихся вредных факторов и является показателем класса профессионального риска производственного объекта.

Оценка травмобезопасности производственных объектов проводится организациями самостоятельно.

Травмобезопасность оценивается исходя из класса профессионального риска в зависимости от уровня травматизма, профессиональных заболеваний и класса профессионального риска в зависимости от технического состояния безопасности оборудования, машин и механизмов.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Класс профессионального риска в зависимости от уровня травматизма определяется на основании среднего показателя (коэффициента риска), рассчитанного по динамике производственного травматизма на производственном объекте за последние три года, предшествующие аттестации.

Класс профессионального риска в зависимости от технического состояния оборудования, машин, механизмов определяется исходя из уровня сертификации обследуемых технических средств на производственном объекте.

Наличие сертификатов на каждое производственное оборудование, машины, механизмы, правильность ведения и соблюдения требований нормативных документов характеризует степень обеспечения безопасности труда. В подобном случае класс профессионального риска считается минимальным.

Для оборудования, машин, механизмов, не имеющих сертификат установленного образца, оценка травмобезопасности может быть осуществлена на основании разработанных и согласованных с местными органами стандартизации и метрологии мероприятий по подготовке к сертификации.

При отсутствии указанных мероприятий органы государственного контроля и надзора рассматривают вопрос о необходимости приостановления эксплуатации оборудования, машин, механизмов производственного объекта, представляющего непосредственную угрозу жизни и здоровью работников.

При полном отсутствии сертификатов на все виды оборудования, машин, механизмов класс профессионального риска в зависимости от технического состояния оборудования, машин, механизмов производственного объекта оценивается по максимальной шкале.

Оценка травмобезопасности при наличии двух разных показателей классов профессионального риска по травмобезопасности устанавливается по наиболее высокому классу.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9.2 Требования к рабочему месту

При организации рабочего места должны учитываться следующие требования:

- Достаточное рабочее пространство;
- Оптимальное размещение оборудования;
- Необходимое естественное и искусственное освещение;
- Наличие необходимых средств защиты работающего персонала от действия вредных и опасных производственных факторов.

Шум

Многие производственные процессы сопровождаются значительным шумом. Чрезмерный шум, уровень которого не соответствует существующим санитарным нормам, оказывает вредное влияние на организм человека: развивает глухоту, расшатывает центральную нервную систему, учащается пульс и дыхание, изменяется кровяное давление.

Шум является причиной более быстрого, чем в нормальных условиях, утомления и снижения работоспособности человека. Работа человека в условиях чрезмерного шума ослабляет внимание и приводит к быстрой утомляемости, что может прослужить причиной производственного травматизма. Необходимо, чтобы уровень шума в помещениях не превышал допустимых пределов звукового давления на рабочих местах. Снижение шума достигается следующими методами:

- Уменьшением шума в источнике;
- Акустической обработкой помещений;
- Уменьшением шума на пути его распространения;
- Рациональная планировка помещения.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Микроклимат

Микроклимат производственных помещений - метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Микроклимат производственного помещения оказывает значительное влияние на работника. Отклонения отдельных параметров микроклимата от рекомендованных значений снижают работоспособность, ухудшают самочувствие и могут привести к профессиональным заболеваниям.

Так, например, температура воздуха оказывает существенное влияние на самочувствие и результаты труда человека. Низкая температура вызывает охлаждение организма и может способствовать возникновению простудных заболеваний. При высокой температуре возникает перегрев организма, что ведет снижению работоспособности. Работник теряет внимание, что может стать причиной несчастного случая.

Повышенная влажность воздуха затрудняет испарение влаги, что ведет к нарушению терморегуляции организма и, как следствие, к ухудшению состояния человека и снижению работоспособности.

Температура воздуха в помещении должна составлять 20-25 градусов по Цельсию.

Влажность воздуха оказывает большое значение не только на организм человека, но и на оборудование. В соответствии с нормами значение влажности воздуха должно составлять 55 – 60%. При относительной влажности воздуха более 70% снижается сопротивление изоляции, изменяются рабочие характеристики элементов.

Освещение

К системам освещения помещений предъявляются следующие требования:

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Соответствие уровня освещенности рабочего места характеру выполняемой зрительной работы;
- Равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах;
- Отсутствие резких теней, прямого и отраженного блеска;
- Неизменный уровень освещенности в течение рабочего времени;
- Оптимальное направление светового потока, излучаемого осветительными приборами;
- Электро- и пожаробезопасность приборов освещения.

Рациональное освещение рабочих мест обеспечивает безопасные и здоровые условия труда.

Освещение, соответствующее санитарным нормам, является одним из главных условий гигиены труда и культуры производства. При хорошем освещении устраняется напряжение зрения, ускоряется темп работы. При недостаточном же освещении глаза сильно напрягаются, темп работы снижается, увеличивается утомляемость работников, что приводит к понижению качества выполняемой работы. При хорошо организованном, рациональном освещении, соответствующем санитарным нормам, все факторы риска устраняются.

На предприятиях связи для освещения производственных помещений применяется общее освещение с равномерным размещением ламп.

Автоматизированное рабочее место

На автоматизированном рабочем месте оператора-связиста в общем случае используются:

- Средства отображения информации индивидуального пользования (блоки отображения, устройства сигнализации и т.д.);
- Средства управления и ввода информации (пульт, клавиатура управления, отдельные органы управления и т.д.);

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Устройства связи и передачи информации (модемы, телефонные аппараты и т.д.);
- Устройства документирования и хранения информации (принтер, устройства записи и т.д.);
- Вспомогательное оборудование (средства оргтехники, хранилища для носителей информации, устройства местного освещения).

На автоматизированном рабочем месте должна быть обеспечена информационная и конструктивная совместимость используемых технических средств, антропометрических и психофизиологических характеристик человека.

При организации рабочего места должны быть учтены факторы, отражающие опыт, уровень профессиональной подготовки и индивидуально-личностные свойства.

Рабочее место следует оборудовать таким образом, чтобы движения работника были бы наиболее рациональные и наименее утомительные.

9.3 Пожарная безопасность

Пожар, возникший на предприятии связи, может привести к выходу из строя установок и аппаратуры связи и уничтожению материальных ценностей. Пожар часто угрожает жизни и здоровью людей. При возникновении пожара, необходимо эвакуировать работающий персонал из опасной зоны. Эвакуационными путями считается, пути которые ведут к эвакуационному выходу и обеспечивают безопасное движение в течении определенного времени.

Действия персонала при возникновении пожара:

- Оповестить старшего инженера на станции;
- Отключить электропитание;
- Принять меры к тушению.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Если есть жертвы среди персонала, то необходимо оказать первую медицинскую помощь до того, как прибудет вызванная машина “скорой помощи”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР был разработан проект мультисервисной сети связи в микрорайоне «Северный-2» Белгородской области. Спроектированная МСС может предоставлять абонентам следующие услуги:

- Высокоскоростной доступ в Интернет;
- Многоканальное цифровое телевидение;
- Телефонная связь;
- Видеонаблюдение;
- VPN (для юридических лиц).

Проект был реализован на основе технологии PON, что позволило создать эффективную сеть передачи данных с использованием современных технологий. В качестве производителей сетевого оборудования были выбраны ZyXEL, D-Link, NetUP и Eltex.

При выполнении работы были решены следующие задачи:

- Проведен анализ инфраструктуры микрорайона «Северный-2», который показал, что данный микрорайон на сегодняшний день не имеет в своем составе действующей сети связи;
- Был сделан выбор варианта реализации МСС с использованием технологии PON;
- Проведен расчет трафика, генерируемого абонентами проектируемой сети;
- Выбран кабель для организации линии связи проектируемой сети;
- Выбрано оборудование, необходимое для реализации проектируемой сети;
- Проведен расчет оборудования и линейно-кабельных сооружений;
- Разработаны рекомендации по строительству сети;
- Проведено технико-экономическое обоснование проекта.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Разработаны требования к охране труда, технической и экологической безопасности труда проекта.

Общая стоимость реализации проекта составила 31281593 руб. Данная стоимость включает в себя затрат на необходимое оборудование, кабель, монтаж и настройку оборудования, укладку и монтаж кабеля, пуско-наладочные работы, затраты на содержание технического персонала. Согласно технико-экономическим показателям срок окупаемости проектируемой сети составляет 5 лет и 4 месяца. Срок окупаемости обусловлен количеством абонентов и выбором сетевой технологии.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы поставленные задачи были решены в полном объеме, что позволило достичь цели работы.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Градостроительство [Электронный ресурс]/ Сайт администрации городского поселения «поселок Северный». Генеральный план городского поселения «Поселок Северный»./ URL: <http://pseverny.ru/documents/town-planning.html> (дата обращения 03.05.2016).
2. PON – пассивные оптические сети [Электронный ресурс]/ Сайт компании «Связь комплект»/ URL: <http://www.skomplekt.com/technology/pon> (Дата обращения 05.05.2016).
3. Волокно в каждый дом: как это работает [Электронный ресурс]/ Новостной сайт компании IXBT/ URL: <http://www.ixbt.com/comm/zyxel-geron.shtml> (Дата обращения 05.05.2016)
4. Оборудование для сетей связи [Электронный ресурс]/ Сайт компании КДДС/ URL: <http://www.kdds.ru> (дата обращения 07.05.2016)
5. Оборудование PON [Электронный ресурс]/ Официальный сайт компании ZyXEL/ URL: <https://zyxel.ru/catalog/providers/pon> (дата обращения 06.05.2016)
6. Беспроводное оборудование (ONT) D-Link [Электронный ресурс]/ Официальный сайт компании D-Link/ URL: <http://www.dlink.ru/ru/products/2/1610.html> (дата обращения 06.05.2016)
7. Оптимальные коммуникации [Электронный ресурс]/ Официальный сайт компании «Оптимальные коммуникации»/ URL: <http://www.oc.ru> (дата обращения 06.05.2016)
8. Комплексные IPTV решения [Электронный ресурс]/ Официальный сайт компании NetUP/ URL: <http://www.netup.tv/ru-RU/index.php> (дата обращения 07.05.2016)
9. Сети и системы связи. Прокладка кабеля связи [Электронный ресурс]/ Официальный сайт компании «КАК LINK»/ URL: http://www.kanlink.ru/index/kabelnye_linii/0-68 (дата обращения 10.05.2016)

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Болдышев, А.В. Методические рекомендации по выполнению технико-экономического обоснования выпускных квалификационных работ. [Текст] / А.В.Болдышев – Белгород: НИУ «БелГУ», 2013.
11. Шмалько А.В. Цифровые сети связи. Основы планирования и построения.- М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001.-222с.
12. Колпаков И., Васькин О., Смирнов С. Универсальная мультисервисная транспортная среда на базе сетей кабельного телевидения (часть 1) // Теле-Спутник, 2002, январь.- С.54-56.
13. Б. Кий. Легенды и мифы о коаксиальных кабелях // Теле-Спутник, 2002, январь.- С.64-66.
14. Гальперович Д.Я. Итальянские коаксиальные кабели // Технологии и средства связи, 2002, №5.- С.42-44.
15. Рысин Л.Г. Новые возможности LAN-кабеля // Технологии и средства связи, 2002, №5.- с.40-41.
16. Орлов С. Последнее поколение неэкранированной медной проводки // Журнал сетевых решений, LAN, 2002, март.- с.57-69.
17. Ригер В. Многомодовые оптические волокна и гигабитовые приложения // Сети и системы связи, 2002, №3.- с.24-28.
18. Ведомственные строительные нормы. Инструкция по проектированию линейно-кабельных сооружений связи. ВСН 116-93 Минсвязи России.
19. Ларин Ю.Т., Нестеренко В.А. Полимерные оптические волокна // ИНФОРМОСТ Радиоэлектроника и телекоммуникации.- 22. 2002.- с.28-33.
20. Кирсанов И.А. Прокладка оптических кабелей в зданиях // Вестник связи, 2000, №10.- с.66-68.
21. Никульский И.Е., и другие. Оптическая сеть переноса системы абонентского доступа АТСЦ-90 // Вестник связи, 2000, №11.- с.58-61.
22. Молта Д. Беспроводные технологии // Сети и системы связи, 2001, №2.- с.53-61.

					11070006.11.03.02.106.ПЗВКР	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		